جيومورفولوجية البرك الملحية (الخفوج) بمنطقة غرب سمالوط وأهميتها التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

محمد الراوي دندراوي[١]
elrawy@aswu.edu.eg

ناصر عبد الستار عبد الهادي[٢]
naa10@fayoum.edu.eg

ملخص:

تأتي أهمية البحث في التعرف على الخصائص المساحية والشكلية لظاهرة البرك الملحية حيث تظهر في ظروف غير متوقعة ، والتعرف على تصنيفها وأنماطها، وكيفية نشأتها، وعوامل تشكيلها، وقد هدف البحث إلى التعرف على العوامل والعمليات التي ساهمت في نشأة وتشكيل البرك الملحية(الخفوج)، والتعرف على خصائصها العامة والعوامل المؤثرة في نشأتها وتطورها، وكذلك التعرف على الأشكال الجيومورفولوجية المحيطة بها مع تحديد مواقعها وعمل خريطة للأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بها والتي ساهمت بشكل مباشر وغير مباشر في نشأتها وتطورها ومن أهمها الأودية الجافة وأراضي المدرجات النهرية والسهول الحصوية والأشكال الرملية المختلفة.

وقد توصل البحث إلى مجموعة من النتائج أهمها أن هناك الكثير من الجوانب التطبيقية لنظم البرك الملحية (الخفوج) بالمنطقة أهمها وجود أخطار طبيعية متمثلة في أخطار التجوية الملحية الناتجة عن أملاح القشرة السطحية بها، كذلك الأخطار التي تتعلق باستخدام رواسب البرك الملحية كتربة للبناء وأساس للمنشآت، وأظهر البحث الكثير من الإمكانات التنموية المهمة للبرك الملحية أهمها التنمية الزراعية والرعي والتوسع العمراني.

الكلمات المفتاحية: جيومورفولوجية البرك الملحية–الخفوج – كثبان الخفوج.

[١]) مدرس الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية، معهد البحوث والدراسات الإفريقية ودول حوض النيل - جامعة أسوان

[٢])استاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد، معهد البحوث والدراسات الإستراتيجية لدول حوض النيل - جامعة الفيوم

مقدمة:

تعتبر البرك الملحية(الخفوج) [٣] من أبرز المظاهر الجيومورفولوجية التي تميز منطقة الدراسة، والتي تتسم بانخفاض سطحها واستوائه ونعومة رواسبها، وضحالة مياهها والتركيز العالي للأملاح، حيث تغطى سطحها قشرة ملحية بيضاء نتجت عن تصاعد الأملاح إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية، حيث يختلف سمك هذه القشرة باختلاف، درجة الحرارة، والرطوبة، ومعدل سقوط الأمطار، وطبيعة التركيب الكيمائي والمعدني لها، وعمق مستوى الماء الجوفي.

تمثل الأمطار والسيول المصدر الرئيسي المباشر للبرك الملحية (الخفوج) والتي تتعرض لغمر مؤقت بفعل الفيضانات الموسمية ويستمر تشكيل البحيرة الموسمية من شهر نوفمبر إلى شهر مارس، وتجف تماماً خلال فصل الصيف.

كما يساهم ارتفاع الماء الجوفي دوراً مهماً في نشأة البرك الملحية(الخفوج) بفعل الخاصة الشعرية خاصة أن هذه المياه مشبعة بالملوحة المرتفعة، في حين يؤثر انخفاض مستواه بشكل غير مباشر على زيادة فعالية أعمال النحت والتذرية الريحية، كما أن النشع أو التسييل Seepage Reflux من الأراضي الزراعية المجاورة له دوراً واضحاً في نشأتها خاصة البرك الملحية (الخفوج) الواقعة غرب الطريق الصحراوي، ومنطقة صليبة القمادير، ومنطقة الحصحاصة.

ويؤدي انخفاض الرطوبة بالمواد السطحية في منطقة الدراسة إلى ضعف تماسكها ويتزامن ذلك مع انخفاض مستوى المياه الأرضية خلال فترة الجفاف، وبالتالي تقوم عمليات التجوية بالعمل على تفتيت المواد السطحية وزيادة تفككها.

---

[٣] تعرف المنطقة محليا باسم الخفوج، وخفج فلان يخفج خفجاً ،أشتكى ساقه تعباً، وتعني أيضاً نبات أشهب ربيعي والخفج الشرب من الماء (محيط المحيط، ١٩٨٧،ص ٣٤٣) حيث أن هذه المناطق ملحية رطبه تغوص الأقدام بها فى حالة السير عليها وبالتالي الشعور بتعب الساقين ويمكن أن تكون جاءت كلمة خفج من هنا ، كما أنها مناطق بها مياه وتنمو بها العديد من النباتات.

مشكلة البحث:

يكمن عرض مشكلة البحث في عدد من التساؤلات:

١- لماذا ظهرت البرك الملحية بهذا المظهر في هذه المواضع غرب مركز سمالوط دون غيرها بالمناطق الأخرى؟

٢- ما العوامل الطبيعية والبشرية التي ساعدت أو تسببت في نشاة البرك الملحية وتطورها بمنطقة الدراسة؟

٣- هل مازالت تتشكل هذه البرك الملحية(الخفوج)؟ أم أنها تشكلت بفعل العوامل الطبيعية والبشرية وتوقف الوضع؟

٤- هل تتباين البرك الملحية في مظاهرها تبعاً للعوامل االطبيعية والبشرية التي أدت إلى تكوينها؟ وما خصائصها المورفولوجية المختلفة؟

٥- ما الأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بالبرك الملحية بمنطقة الدراسة.

٦- ما الأثار الجغرافية للبرك الملحية على البيئة المحلية؟ وهل يمكن استغلالها إقتصادياً من خلال عرض لأهم الإمكانات التنموية لمناطق انتشارها ؟

أهمية البحث:

تكمن الأهمية الجغرافية والجيومورفولوجية خاصة لدراسة ظاهرة البرك الملحية (الخفوج في التعرف على الخصائص المساحية والشكلية لهذه الظاهرة والتعرف على تصنيفها وأنماطها، وكيفية نشأتها وتطورها وعوامل تشكيلها بحكم أنها مظهر غير مألوف في منطقة الدراسة.

أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى:-

١- التعرف على الخصائص العامة للبرك الملحية (الخفوج) بمنطقة الدراسة .

٢- دراسة العوامل المؤثرة في نشأة البرك الملحية (الخفوج) وتطورها.

٣- التعرف على الظاهرات الجيومورفولوجية المحيطة بظاهرة البرك الملحية

٤- التعرف على الأثار الجغرافية للبرك الملحية على البيئة والوسط المحيط بها.

٥- تحديد الأخطار الطبيعية المرتبطة بالبرك الملحية ومدى أمكانية الاستغلال الأقتصادي والجوانب النفعية لظاهرة البرك الملحية.

مناهج البحث:

استخدم الباحثان في دراستهما لظاهرة البرك الملحية (الخفوج) عدة مناهج أهمها المنهج الأصولي من حيث التعرف على خصائص البرك الملحية(الخفوج) والشكل الجيومورفولوجي ثم دراسة العملية أو المرحلة الجيومورفولوجية ومراحل التطور الجيومورفولوجي التي مرت بها البرك الملحية(الخفوج)، واستخدم المنهج الوصفي أيضاً حيث تم تسجيل الملاحظات الميدانية للخفوج والظاهرات المحيطة بها ووصف خصائصها المورفولوجية بالإضافة إلى استخدام المنهج التحليلي وذلك من خلال قياس وتحليل الخرائط الجيولوجية والجيومورفولوجية والصور االجوية والفضائية وقياس القطاعات التضاريسية المختلفة بمنطقة الدراسة.

وقد قام الباحثان أيضاً باستخدام الأساليب الكمية والإحصائية عند دراسة ظاهرة البرك الملحية(الخفوج)، وبعض الظاهرات الجيومورفولوجية المحيطة والمرتبطة بها وذلك لتاكيد نتائج المشاهدات الحقلية أهمها الأسلوب الكارتوجرافي من خلال رسم وفحص وتحليل مجموعة من الخرائط الطبوغرافية، والصور الفضائية لدراسة ظاهرة البرك الملحية(الخفوج) والظاهرات المحيطة بها وخصائها المورفولوجية، وعمل قطاعات تضاريسية مختلفة لدراسة العلاقات بين المتغيرات

المختلفة، بالإضافة إلى استخدام عدة وسائل لاستخلاص استنتاجات علمية دقيقة وذلك لتقييم النتائج التي يمكن الحصول عليها لسهولة المقارنة بينها.

كما استخدم في هذه الدراسة نوعين من المرئيات الفضائية هما (Landsat-8, Sentinel-2) وقد تم تحديد سنوت التقاط صور القمر الصناعي منذ عام ١٩٩٠ إلى ٢٠٢١، بعد تجهيز وإعداد المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة، والانتهاء من عمليات المعالجة الرقمية للمرئيات باستخدام برنامج معالجة الصور الفضائية (ERDAS)، تم القيام بزيارة ميدانية لمعظم أجزاء منطقة الدراسة لجمع المعلومات الحقلية، للوصول بأدق نتائج ممكنة من خلال تفسير المرئيات الفضائية المُعدة في المدة السابقة. وتحتاج المرئيات الفضائية التي يتم استخدامها إلى العديد من العمليات والمعالجات لإعدادها تمهيداً لاستخلاص المعلومات كما يوضحها شكل (١) والتي منها ما يلي: –

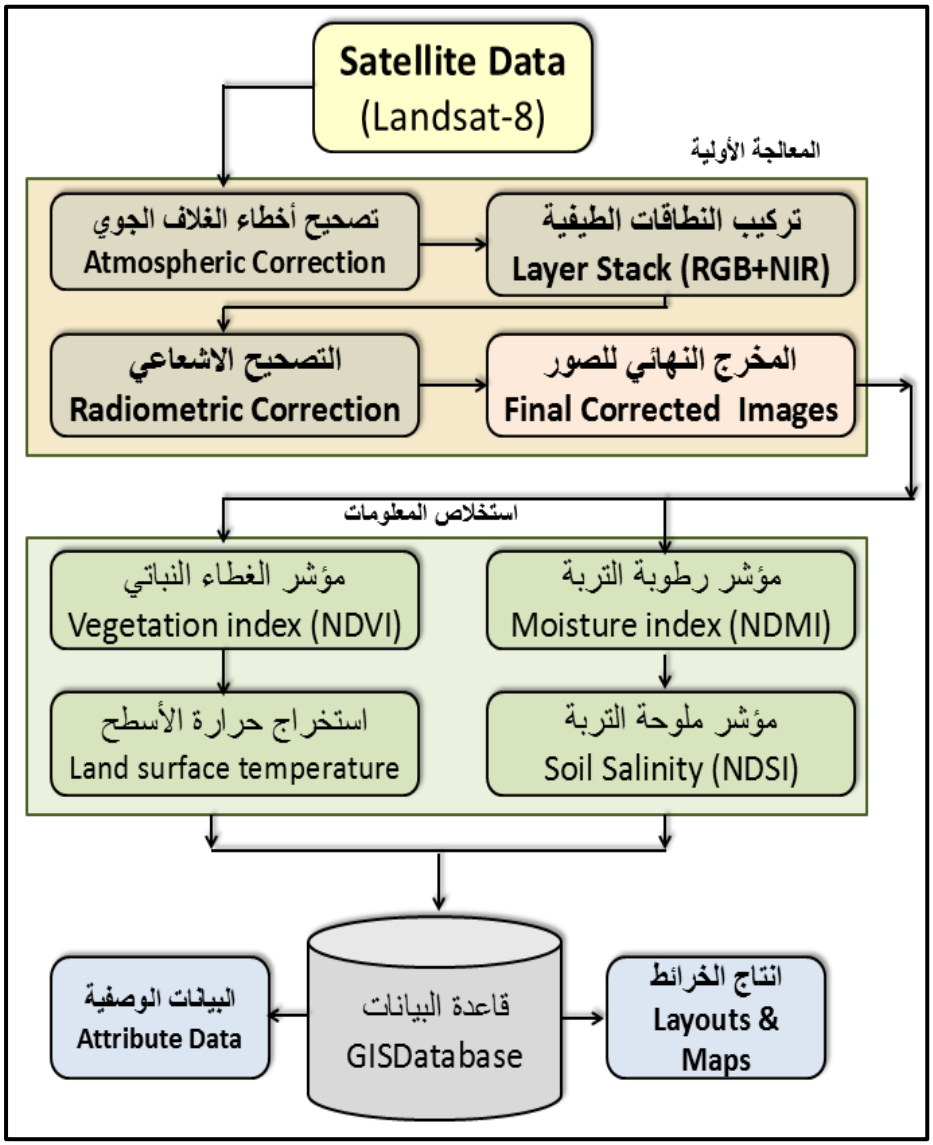
- **التصحيح الإشعاعي (Radiometric Correction):**

تساعد عملية التصحيح الإشعاعي في ارجاع نظام قيم الخلايا داخل المرئيات الفضائية من نظام رقمي (DN) إلى نظام إشعاعي (radiance) أو انعكاسي (Reflectance) وهي تساعد بذلك في عملية أخذ البصمة الطيفية للظاهرات الأرضية المختلفة وفصلها في فئات، مما يساعد في إظهار توزيع النباتات الطبيعية وجودتها داخل منطقة الدراسة.

- **تركيب الأطياف (Layer Stack).**

هي عملية الهدف منها اختيار عدد محدد من الأطياف (Bands) وتركيبها في ملف واحد بعملية تسمى (LayerStak). ترتيب الأطياف يختلف من قمر

صناعي لآخر، فترتيبها في القمر الصناعي (Landsat-5) تكون الألوان الطبيعية (R=3, G=2, B=1, NIR=4) وتكون في القمر الصناعي (Landsat 8-) كما يلي (R=4, G=3, B=2, NIR=5) وهكذا، وقد اعتمد في معادلة استخراج الغطاء النباتي (NDVI) على الأطياف (Red , NIR).



شكل(١) يوضح مراحل معالجة المرئيات الفضائية الخاصة بموضوع الدراسة

الدراسة الميدانية:

قام الباحثان بزيارة منطقة البرك الملحية(الخفوج) غرب مركز سمالوط عدة مرات أولها للتعرف على طبيعة المكان والأشكال المحيطة بها ثم أجريت الدراسة الميدانية التي تم فيها جمع عينات المياه والملح وعينات من الرواسب في المنطقة الانتقالية إلى ظاهرة البرك الملحية(الخفوج) على بعد عشرة أمتار منها لتحليلها ميكانيكياً والتعرف على خصائصها وظروف نشأتها، وعمل مقابلات مع سكان المناطق القريبة من ظاهرة البرك الملحية(الخفوج) لمعرفة أهمية الظاهرة ومصادر المياه وموسم ظهور الخفوج وأختفاؤها وقياس ابعادها والقطاعات التضاريسية المختلفة لها لتحديد طبيعة هذه الظاهرة وخصائصها التضاريسية والمورفولوجية، ثم المرحلة الأخيرة من الدراسة الميدانية وهي مرحلة استكمال البيانات الخاصة بظاهرة البرك الملحية والظاهرات المورفولوجية المحيطة بها.

الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات الغير عربية والعربية والتي أهتمت بدراسة البرك والبحيرات الملحية، ومن أهم هذه الدراسات:-

١-دراسات عربية:مثل **دراسة (التركماني ،١٩٩٤)** عن "جيومورفولوجية مملحة القصب بالمملكة العربية السعودية"، وتناولت دراسة الخصاص العامة للملحة وعوامل نشأتها والوحدات الجيومورفولوجية المحيطة بها،وكذلك القيمة الأقتصادية للمملحة،**ودراسة(كليو،٢٠٠٦)**عن سبخات الساحل الشمالي في دولة الكويت :توزيعها، نشأتها، خصائصها ،وتناولت التوزيع الجغرافي للسبخات ودراسة عوامل نشأتها وتطورها وخصائص رواسبها ومياها،**ودراسة(عبدالله وعبدالحميد**

٢٠١٢،)، عن الأخطار الجيومورفولوجية للسبخات وأثرها على الأنسان وأنشطته الأقتصادية وتناولت السبخات والعوامل المؤثرة في نشأتها وتطورها، **ودراسة (الألوسي ،٢٠١٦)** عن جومورفولوجية ممالح العراق وأثر المناخ فيها: دراسة مقارنة بين مملحة سنيسلة والسابس، وتناولت دراسة الخصائص الطبيعية العامة للمملحتين ومصدر الأملاح في كل منهما مع التركيز على دور المناخ في نوعية الأملاح وكميتها في كل منهما، وتناولت دراسة خصائص السبخات وعوامل نشأتها والتغيرات في بيئة السبخات ودراسة أخطارها الجيومورفولوجية وأثرها على الأنسان وأنشطته الأقتصادية،**ودراسة (نور الدين،٢٠١٩)** عن التغيرات الجيومورفولوجية لسبخة الأصفر بالأحساء شرق المملكة العربية السعودية، وتناولت الدراسة التوزّيع المكاني لسبخة الاصفر والعوامل الطبيعية المؤثرة على نشأتها وتوزيعها،بالإضافة إلى دراسة أخطارها الجيومورفولوجية وسبل تنميتها ،**ودراسة(محمد ،٢٠٢١)** تغيرات الغطاء النباتي في بيئة السبخات الرئيسية في المنطقة الشرقية السعودية باستخدام تقنيات الأستشعار عن بعد: دراسة في الجغرافية البيئية،وتناولت هذه الدراسة تغير الغطاء النباتي الطبيعي الذي تلائمه بيئة السبخات الملحية وقد خلصت إلى أن التغير النباتي تركز في السبخات الداخلية أكثر من السبخات الساحلية في البيئة الجافة شرق المملكة.

٢-دراسات غير عربية: دراسة **(Gunatilaka &Mwango ,1987)** بعنوان "أحواض السبخات القارية والنباك المرتبطة بها في جنوب الكويت والخليج العربي ، تناولت هذه الدراسة الأحواض التبخرية بدولة الكويت والخليج العربي والتي بدأت على شكل بحيرات سريعة الزوال خلال البلايوستوسين ثم

تطورت إلى السبخات في عصر الهولوسين مع تغير الأنظمة المناخية والهيدرولوجية، و**دراسة (Briere,2000)** " البلايا ، وبحيرة البلايا ، السبخات تعريفات مقترحة للمصطلحات القديمة" وتناولت هذه الدراسة تعريفات مصطلحات حديثة للبلايا والسبخات حيث أن التعريفات غير كافية ومن ثم كان هناك تعريفات مقترحة لتقليل الغموض والمشاكل السياقية الموجودة حالياً، ودراسة **(Yechieli &Wood, 2002) بعنوان** "العمليات الهيدروجيولوجية في النظم المالحة: البلايا ، السبخات ، والبحيرات المالحة" هدفت هذه الدراسة تقييم العمليات الجيوكيميائية في هذه الأنظمة وقد استخدمت نموذج لسبخة ساحلية بالقرب من الخليج العربي وتوصلت هذه إلى مساهمة المياه الجوفية والأمطار في المياه الموجودة بهذه السبخات وأن كان مساهمة المياه الجوفية بدرجة أقل ، **ودراسة(Al-Fredan,2008)** عن الكثبان الرملية ونباتات السبخة بشرق المملكة العربية السعودية وهدفت هذه الدراسة إلى التعرف على الغطاء النباتي للكثبان الرملية والسبخات والتعرف على العوامل التي ساهمت في نشأتها وتوزيعها، **ودراسة (Al-Harbi,et.al.,2010)** بعنوان "العمليات الهيدروجيوكيميائية والخصائص الطبيعية في السبخات الداخلية بالمملكة العربية السعودية، تناولت هذه الدراسة تحديد العمليات الهيدروجيوكيميائية والخصائص الطبيعية للسبخة لإدارتها وإعادة تأهيلها، وتوصلت إلى هناك حاجة إلى مزيد من الإجراءات لاستكشاف المزيد حول نشأة هذه السبخات الداخلية وتأثيرها البيئي في المنطقة، **ودراسة (Mokhtar, et.al.,2012)** بعنوان " تملح المياه الجوفية حول سبخات سد مجنون وزيما (سهل بحيرة المغرب) وتناولت هذه الدراسة تملح

المياه الجوفية حول سبخات سد مجنون وزيما ، وتوصلت هذه الدراسة إلى أن تملح المياه الجوفية مرتبط باعادة تغذية المياه المتبخرة حول هذه السبخات، **ودراسة (Nasr,2015)** بعنوان الخصائص الجيوتقنية لتربة السبخات المستقرة من الساحل المصري الليبي هدفت هذه الدراسة إلى تقييم الخصائص الجيوتقنية لرواسب السبخات من مواقع مختلفة على طول الساحل المصري الليبي بالاضافة إلى التعرف على الخصائص الجيوتقنية لرواسب السبخة المعالجة بمنطقة الدراسة، ودراسة قام بها كل من**(Ammad&Abuelgasim, 2016)** بعنوان " تحليل مقارن لمؤشرات الملوحة لرسم خرائط أسطح السبخات في دولة الإمارات العربية المتحدة، تناولت هذه الدراسة السبخات الساحلية والسبخات الداخلية وخصائصها ومواصفتها وهدفت هذه الدراسة إلى تقييم جدوى استخدام مؤشرات الملوحة متعددة الأطياف للتعرف بشكل صحيح على أسطح السبخات من بيانات الاستشعار عن بعد، **ودراسة (Chouaria,2020)** بعنوان " منهجية رسم خرائط أخطار غمر الساحل التونسي السفلي (السبخات الساحلية لسيدي خليفة وحلق المنجل وسط –شرق تونس دراسة حالة) حيث أظهرت الدراسة أنه يمكن ضم جزء من سبخة حلق المنجل بمساحة ١٦.١ كيلومتر مربع إلى بحيرة دائمة وينتج عن ذلك تغير في النظم الإيكولوجية للأراضي الرطبة الساحلية، ودراسة **(Saeed,et.al.,2020)** المياه الجوفية والميزانية الهيدرولوجية المطلقة (سبخة مطي بالمملكة العربية السعودية– دراسة حالة) وهدفت هذه الدراسة إلى التعرف على سبخة مطى وخصائصها المورفولوجية ودور المياه الجوفية في نشأتها باعتبارها نقطة تصريف للمياه الجوفية بالمنطقة.

معايير تحديد ظاهرة البرك الملحية(الخفوج) في منطقة الدراسة:

١- مناطق مشبعة بالمياه أو تحتوى على جزء مائي معزول عن السهل الفيضي وسطح الصحراء الغربية.

٢- مناطق منخفضة عما تحيط بها وتوجد قريبة من المواضع المرتفعة في أقصى الجزء الجنوبي الغربي والشمال الغربي من منطقة الدراسة.

٣- بعضها يبعد عن المناطق الزراعية غير متأثرة بنمط الزراعة والري والبعض الآخر قريب من المناطق الزراعية متأثراً بنمط الزراعة والري.

٤- توجد مجالات مختلفة وظهور مسطحات ملحية على جوانبها.

٥- نمو نباتات طبيعية تغطي سطحها بشكل جزئي أو كلي ويزيد أرتفاعها عن المتر مما يعكس بالغنى المائي وبعض منها خفوج جافة تنمو بها النباتات الطبيعية معتمدة على رطوبة التربة.

٦- بعضها تتأثر في نشأتها بالانشطة البشرية، والبعض الآخر منها توجد في مظهر طبيعي بعيداً عن تدخل الانسان ما يوحي أنها دراسة جيومورفولوجية مميزة تستحق أن نتعرض لها بالدراسة والتحليل.

مصادر تغذية البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة:

١- تراكم الرواسب والمياه التي تأتي بها الأمطار والسيول الفجائية والتي تتساقط على فترات متباينة من العام.

٢- التسرب المائي الجانبي حيث أن معظم البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة تتكون من رواسب ناعمة ذات نفاذية عالية تسمح للمياه الجوفية بالتسرب لتغطي المناطق المنخفضة المنسوب

٣- النشع أو التسييل (النزيز) من الأراضي الزراعية المجاورة لها.

٤- ارتفاع منسوب المياه الأرضية والتي توجد على أعماق قليلة من السطح.

محتويات البحث:

يتضمن البحث عدة جوانب تتمثل في :

أولاً:-موقع وحدود منطقة الدراسة.

ثانياً:-التوزيع الجغرافي للبرك الملحية(الخفوج) وخصائصها الطبيعية.

ثالثاً:-العوامل المؤثرة في نشأة البرك الملحية(الخفوج)وتطورها.

رابعاً:-الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية والنباتية للبرك الملحية(الخفوج).

خامساً:-خصائص الرواسب السطحية للبرك الملحية(الخفوج).

سادساً:-الأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بالبرك الملحية(الخفوج).

سابعاً:-الأهمية التطبيقية للبرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة ومحيطها.

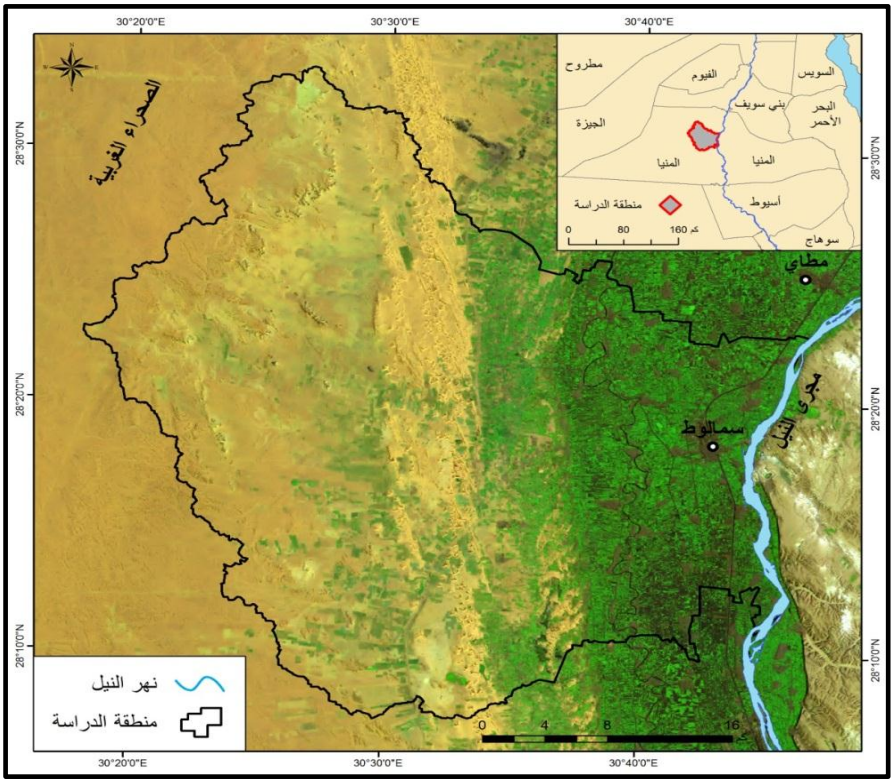
ثامناً:النتائـج والتوصــيات.

أولاً:-موقع وحدود منطقة الدراسة.

تقع المنطقة بين دائرتي عرض ٣٣. " ٠٩' ٢٨° ، ١٣" ٢٦' ٢٨° ، وبين خطي طول ٣٢" ٢٦' ٣٠° ، ٠٦ " ٤٧' ٣٠ °.

ومن الناحية الطبوغرافية تقع في المنطقة الممتدة غرب مدينة سمالوط ما بين نهر النيل والحافة الغربية في الظهير الصحراوي الشرقي والتي تبلغ مساحته ٨١٢كم٢، وتتبع إدارياً مركز سمالوط أحد مراكز المنيا الواقعة في إقليم شمال الصعيد، تعرف منطقة وجود ظاهرة البرك الملحية محلياً عند المزارعين وسكان المنطقة بمنطقة الخفوج ولذلك اطلق على هذه الظاهرة مسمى الخفوج إلى جانب مسماها العلمي البرك الملحية.

وتتميز منطقة الدراسة بالعديد من الأشكال الجيومورفولوجية التي ارتبطت بالبرك الملحية(الخفوج) والتي ساهمت بشكل مباشر وغير مباشر في نشأتها وتطورها أهمها الأودية الجافة والسهول الحصوية وأراضي المدرجات النهرية والأشكال الهوائية المختلفة.



المصدر:- مرئية فضائية من القمر الصناعي LANDSAT بدقة مكانية ٣٠م.

شكل(٢) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

ثانياً:-التوزيع الجغرافي للبرك الملحية(الخفوج) وخصائصها الطبيعية.

يوجد بمنطقة الدراسة العديد من البرك الملحية(الخفوج) والتي تتباين فيما بينها من حيث المساحات والأشكال والأبعاد والظروف التي أدت إلى نشأتها، ولبيان توزيعها الجغرافي ودراسة خصائصها الطبيعية فقد أستعان الباحثان

بالخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والفضائية فضلاً عن الدراسة الميدانية والتي أتضح من خلالها أنها تتركز بشكل رئيسي في خمس مناطق رئيسية منها:

١-**المنطقة الأولى** :- منطقة صليبة القمادير وتوجد بها خمس بحيرات ملحية وهي عبارة عن شكل جيومورفولوجي ناتج عن نشاط المحاليل الناتجة عن أذابة المتبخرات مكونة هذه (البرك الملحية) الخفوج ضمن حوض تصريف صحراوي ناتج عن انعكاس الظروف المناخية والعوامل البنائية.

٢-**المنطقة الثانية** :-منطقة الحصحاصة وتوجد بها أربعة برك وبحيرات ملحية وهي (العكروت-أبوشبوة -عبد الله أبو الحلي -طريد) وتقع هذه المنطقة سهلية منبسطة خالية من مظاهر التضرس بسبب أن معظم هذه الرواسب ضمن السهل الرسوبي الفيضي لنهر النيل، كما تتميز هذه المنطقة بتراكم الرواسب الرملية والتي توجد على بعض حواف البرك الملحية(الخفوج) بها.

٣-**المنطقة الثالثة** :- منطقة مجاورة لمنطقة الحصحاصة وهي منطقة خفج القبايل وتضم خفج عبد الله عقيلة وخفج الجرو والجازوي وتتميز بتراكم الرواسب النيلية مع بعض التكوينات الرملية .

٤-**المنطقة الرابعة** :-منطقة طرفا القبلية وتتميز باستواء سطحها مع تراكم التكوينات الرملية حول البرك الملحية(الخفوج).

٥-**المنطقة الخامسة**:- غرب الطريق الصحراوي بالقرب من الحافة الغربية حيث تتميز هذه المنطقة بسطحها االقليل الانحدار والتي يتميز بالاستواء نتيجة نشاط عمليات التعرية والتي أدت إلى نحت صخور الحجر الجيري ليتميز سطحها باختفاء الحافات تاركة بعض التلال المنعزلة المحيطة بالبرك الملحية(الخفوج)، وقد ساهم استواء السطح في مساحات كبيرة منها بالقرب من

الحافة الغربية في نشاط عمليات التنمية الزراعية بشكل مكثف مماساعد في تطور بعض البرك الملحية الناتجة عن بزل للمناطق الزراعية المجاورة عن طريق الري او نتيجة المياه الجوفية.

وتبلغ مساحة البرك والبحيرات الملحية ١٨,٥٣ كم٢ وهي تمثل ١,٤٥% من إجمالي منطقة الدراسة، وتتألف من طبقات متلاحمة أو غير متلاحمة من رمال ذات أصل هوائى ورمال طينية متعددة السمك ترتفع فيها نسبة المتبخرات من رواسب الصوديوم والجبس، والانهيدرايت، وتتلقى رواسبها من الصخور المجاورة لها والمحيطة بها ويسودها الرمال الناعمة والتكوينات الطينية والسلت ويغطى سطحها طبقة ملحية ويؤدى تبلور الأملاح على سطحها إلى انتفاخ الطبقة السطحية، مما يترتب على ذلك غوص الأقدام بها فى حالة السير عليها (Basyoni &Aref,2016,P.80).

وترتبط نشأه معظم البرك الملحية(الخفوج) وتطورها بالمنطقة بالأودية المنحدرة من الهضبة الجيرية غرب نهر النيل و كذلك المسيلات المنحدرة من السلاسل الجيرية، وتقوم مياه الأودية والأمطار بغسل وإذابة الأملاح بين حبيبات رواسبها مما يعمل على اختفاء الأشكال الدقيقة بها.

وتنقسم البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة إلى برك ملحية جافة وبرك ملحية بها جزء ضحل نسبيا من المياه لايزيد عمق المياه فيها عن متر واحد تكونت معظمها بفعل صرف المياه والرواسب من الأجزاء المرتفعة المحيطة بها فضلاً عن تغذية المياه الجوفية.

وتمثل البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة بيئات داخلية تلتقي فيها عمليات جيومورفولوجية متنوعة كالترسيب المائي والريحي وتعاقب الرطوبة

والجفاف ونشاط عمليات التجوية والخاصة الشعرية، كذلك فأنها تعتبر سجلاً تاريخياً للتغيرات البيئية التي تعرضت لها بيئات الحت والترسيب في الأقاليم الجافة على الهامش الفيضي.

وبصفة عامة يمكن القول بأن البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة ذات سطح مستو في شكله متكلس بقشرة ملحية صلبة عند الجفاف، يتراوح لونها ما بين الأبيض والرمادي والأسود كما يتضح من صورة (١) وتتحول أجزاء من البرك الملحية(الخفوج) إلى بحيرات مؤقتة عند تساقط الأمطار وحدوث السيول كما يتضح من صورة(٢) وتجف هذه البحيرات خلال فصل الصيف نتيجة لارتفاع نسبة التبخر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وهبوب الرياح.

صورة(١) بحيرات ملحية ذات سطح متكلس بقشرة صلبة بيضاء عند حدوث الجفاف بمنطقة خفج القبائل ، صورة(٢) بحيرات ملحية مؤقتة بمنطقة صليبة القمادير

ثالثاً:-العوامل المؤثرة في نشأة البرك الملحية(الخفوج) وتطورها.

ساهمت العوامل الجغرافية بدور فعال في تكوين الخفوج بمنطقة الدراسة والتي أمكن تحديدها من خلال الخرائط الجيولوجية والخرائط الطبوغرافية والدراسة الميدانية وهذه العوامل تمثلت في العامل الجيولوجي والعامل المناخي والعامل الطبوغرافي والعامل الهيدرولوجي وعامل التربة وأخيراً العامل البشري المتمثل في

أستخدام المياه الجوفية والاستخدام الزراعي وعمليات التحجير، وفيما يلي دراسة تفصيلية لكل عامل على حدة وذلك على النحو التالي:-

١-العامل الجيولوجي:

تتألف التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة من الصخور الرسوبية التي تتراوح أعمارها بين عصر الأيوسين والزمن الرابع، وتعد تكوينات عصر الأيوسين الأوسط أقدم التكوينات الجيولوجية بالمنطقة، وتعد المكون الرئيس للهضبة الجيرية التي تحف بمنطقة الدراسة من ناحية الغرب، والتي ترتكز فوقها وتغطيها رواسب الزمن الرابع التي يرجع تكوينها لارسابات نهر النيل عبر مراحل تطوره المختلفة.

وبصفة عامة يمكن القول بأن منطقة الدراسة تتميز بالتنوع الشديد في محتواها الصخري وتراكيبها الجيولوجية من طيات وصدوع وفواصل أثرت على ظاهرة البرك الملحية(الخفوج) ومهدت لتكونها وتشكيل ملامحها المورفولوجية وفهم طبيعة ونوع كل منها، ويمكن تتبع التكوينات الجيولوجية المختلفة بمنطقة الدراسة من الأقدم إلى الأحدث على النحو التالي:-

أ-**تكوين المنيا(أيوسين أسفل):** يعد تكوين المنيا من أقدم الصخور الرسوبية في المنطقة وينتمي إلى الأيوسين الأسفل ويندرج ضمن مجموعة المعادي وهو عبارة عن حجر جيري طباشيري أبيض اللون مع بعض العقد الصوانية وتتداخل فيه بعض الأحجار الطينية والمارل ويدل ما يحويه من حفريات إلى أنه ترسب في بيئة بحرية ضحلة ،ولذلك تقل به الحفريات باستثناء حفريات النيموليت(قروش الملائكة)، ويكون تكوين المنيا بعض التلال الصغيرة بمنطقة الدراسة، كما يظهر على هيئة بقع متناثرة غرب منطقة الدراسة.

ب-تكوين سمالوط(أيوسين أوسط):يعتبر تكوين سمالوط من التكوينات الجيولوجية الأكثر أنتشاراً بمنطقة الدراسة ونظراً لانتشاره الواسع بها، فهو يختلف في خصائصه الصخرية وسمك طبقاته، ويتميز تكوين سمالوط بسيادة الحجر الجيري المارلي الغني بالنموليت (قروش الملائكة) كما يتميز بأنه ضعيف التماسك وقليل المقاومة لعمليات التعرية والتجوية وتنتشر به الفواصل والشقوق مما أدى إلى تقطع أماكن انتشاره وتحويله إلى كتل صخرية صغيرة ومفتتات.(Abu Heleika &Niesner,2008,p.57)، وينقسم تكوين سمالوط إلى ثلاثة أعضاءعلى أساس اللون والنسيج وهي كالتالي:-

- **الحجر الجيري الأبيض الثلجي**: وهو أقدم عضو ويتميز باللون الأبيض الثلجي والنسيج الدقيق، ويحتوي على حفريات النموليت المختلفة الأحجام.
- **(ب)-الحجر الجيري الأبيض الوردي:** ويتكون أساسا من الحجر االجيري المختلط مع طبقات قليلة السمك من الحجر الرملي، كما يتميز بأنه دقيق التحبب سهل التجوية، ويحتوي على حفريات النيموليت، ويتراوح سمكه ما بين ٢٢-٤٠ متراً (Amer,et.al.,1970,p.206)
- **الحجر الجيري الأبيض المصفر:** متداخل مع حفريات النيموليت ومختلط مع طبقات قليلة السمك من الحجر الطيني (مفتاح،٢٠١٩،ص٢٠).

جـ-تكوين وادي الريان(إيوسين أوسط): يتألف من صخور من الحجر الرملي الصلصالي والحجر الطيني والسلتي بالإضافة إلى الطفلة مع تدخلات من الحجر الجيري الصلب الغني بالعديد من الحفريات أهمها حفريات النموليت (ElKashouty,2013,p,57)، ويظهر في شمال غرب منطقة الدراسة.

د-تكوين قزون(إيوسين أوسط) :يعد أقل التكوينات انتشاراً بمنطقة الدراسة، ويتألف من الحجر الجيري الطباشيري والحجر الجيري الدولوميتي الغني بحفريات النموليت تتداخل معها أشرطة من الحجر الجيري الصفائحي الخالية من الحفريات ويبلغ سمكه ٣٢ متراً (مفتاح،٢٠١٩،ص٢٠)...

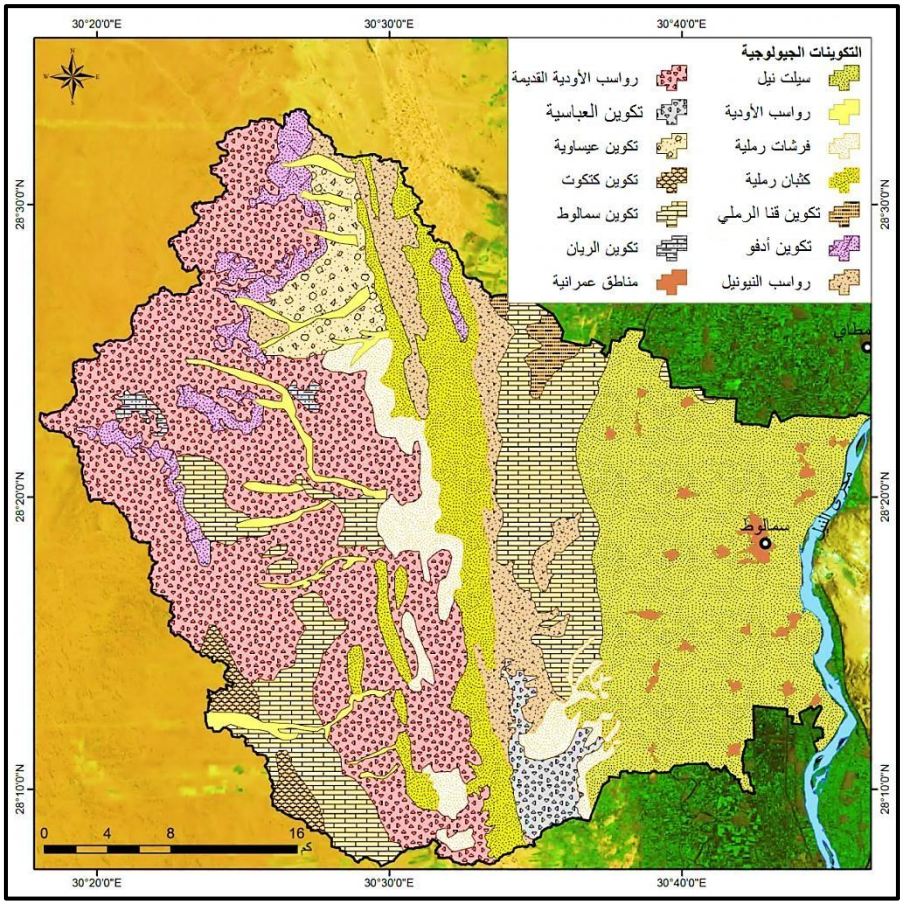
هـ-تكوين كتكوت(اوليجوسين أسفل): يتألف من طبقات من الأحجار الجيرية الرملية والشيرت والرمال والحصى وتمتد هذه التكوينات جنوب غرب منطقة الدراسة ويبلغ متوسط سمكها حوالي ١٠ أمتار.

و-تكوينات البازلت(اوليجوسين أعلى): يتشكل تكوين البازلت من كتل نارية صلبة نتجت عن التدفقات البركانية التي صاحبت حركة الرفع التي اصابت الاراضي المصرية خلال عصر الاوليجوسين والتي صاحبها مجموعة من الصدوع المنتشرة، وتتوزع هذه التكوينات في أماكن قليلة غرب منطقة الدراسة.

ز-تكوين العيساوية(بليوسين أعلى):يتألف من خليط من الحجر الجيري والحجر الطيني الحديدي الذي تغطيه طبقات من الحصى المختلط بحبيبات شبه مستديرة مع عناصر من الكونجلوميرات والبريشيا الحمراء المتصلبة، ويعتقد سعيد أن اللون الأحمر الذي أكتسبته يرجع إلى وجود أكاسيد الحديد الذي يتراوح لونها مابين البني والأحمر ، والذي يبدو أنها ملأت الفرغات البينية بين حبيبات البريشيا خلال فترة رطبة سابقة(Said,1990,pp.46-47) وتنتشر هذه التكوينات في منطقة الدراسة كما يتضح من الشكل (٣).

حـ-تكوين أدفو:يتألف تكوين أدفو من تتابعات من الحصى والحصباء وبعض الغطاءات الرملية قليلة السمك والتي يتراوح لونها مابين الأحمر الطوبي والبني

الداكن، وتظهر هذه الرواسب عند هوامش الهضبة الجيرية غرب منطقة الدراسة على شكل شريط ضيق.



المصدر:-عمل الباحثان اعتمادا خريطة كونكو الجيولوجية لوحة المنيا ١/٥٠٠,٠٠٠، ١٩٨٧

شكل(٣) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

ط-تكوين قنا الرملي:أطلق عليه ساندفورد**(Sandford,1934,p310)** هذا الاسم أثناء وصفه للرمال والحصى بالقرب من مدينة قنا، ويتألف هذا التكوين من رمال متباينة الحجم، وتراكمات رملية فيضية مختلطة بالسلت وقليل من

الكونجولوميرات، ويظهر على السطح عند أقدام الحافات والمدرجات على صورة كثبان رملية تطوق الاراضي الزراعية تعرف بكثبان الخفوج.

ك –تكـوين العباسـية(الكونجليوميرات): يتـألف تكـوين العباسـية مـن طبقـات متقاطعة من الإرسابات النهرية والرملية مختلطة مع كميات من الكونجولوميرات وطبقـات مـن الصلصـال يتفـاوت قطرهـا مـا بـين ٢سـم ، ٢٣ سـم، والسـمات الصخرية والتراكيب الداخلية لهذه الرواسب تدل على أنها ترسبت بحمولة عالقة في نظام نهري متعدد القنوات(نهر النيونيل)(Said, 1981,P.35)، وتوجد هذه التكوينات في أجزاء صغيرة متفرقة في غرب السهل الفيضي منطقة الدراسة.

ل–رواسـب الأوديـة القديمة((بلايستوسـين أعلـى): وهـي عبـارة عـن رواسـب سـطحية ضـحلة مـن أصـول متعـددة ومتنوعـة تشـمل رواسـب نهريـة وفيصـية ورواسب هوائية قارية تتألف من الحصى والحصباء وبعض الغطاءات الرملية القليلة السمك، كما تتألف من قطع من الحجر الجيري المختلطة في كثير من الأحيان بطبقات الشيرت متماسكة بخليط من الرمال مع تداخلات من الطين وتظهر في الظهير الصحراوي الغربي بالمنطقة كما يتضح من صورة(٣).

صورة (٣) رواسب الأودية القديمة بمنطقة صليبة القمادير، صورة(٤) توضح أحد البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة باعتبارها مواضعاً للصرف المركزي الداخلي للاحواض بمنطقة صليبة القمادير.

م -.**تكوينات الهولوسين:** تتمثل تكوينات الهولوسين في رواسب الأودية الحديثة والرواسب الريحية وركامات السفوح وطمي النيل الحديث، وتتألف من رواسب مفككة من الرمل والحصى والحصباء، وقد أمكن تقسيم هذه الرواسب إلى :-

- **رواسب الأودية الحديثة :** تختلف هذه الرواسب من حيث النوع والسمك وحجم الرواسب المكونة لها والمواقع التي تشغلها، وتمتد هذه الرواسب على شكل أشرطة ضيقة، وتتألف من الرمال والسلت وحبيبات الحصى والحصباء.
- **ركامات السفوح:** عبارة عن رواسب طباقية مشتقة في الغالب من المنحدرات المجاورة، وتنتشر هذه الرواسب على شكل بقع صغيرة عند أقدام السفوح وتتسم بأنها حادة الزوايا مما يدل على عدم تأثرها بفعل الماء .
- **طمي النيل الحديث:**يتألف من الطمي والمارل والصلصال والرمال الناعمة المنتشرة في نطاقات مختلفة من منطقة الدراسة.
- **الرواسب الريحية(الهوائية):**عبارة عن رمال ناعمة تتميز رواسبها بأقطارها الدقيقة والمتجانسة في الحجم وتوجد على جانبي بعض الأودية على شكل كثبان ونباك رملية ويظهر ذلك جلياً حول البرك الملحية بخفج عبدالله ابوالحلي.

٢-العامل البنيوي:

يتمثل العامل البنيوي في الصدوع والفواصل والتي تهدف دراستها إلى معرفة خصائصها واتجاهاتها ومدى تأثيرها على ظاهرة الخفوج بمنطقة الدراسة وعلى الأشكال الجيومورفولوجية المحيطة بها، حيث ساهمت الصدوع بدور واضح في نشأة الخفوج وظروف تواجدها حيث تمثل الصدوع السطحية قنوات اتصال بين الطبقات الصخرية والتي تؤثر بدورها على التركيب الصخري وخصوصاً المادة

اللاحمة لحبيبات الصخر فتعمل كأقنية للمياه المتسربة وبذلك تمثل مناطق ضعف في الصخر مما يساعد في تعزيز فرص التغذية من خلال الأمطار إن وجدت، وقد ساهمت الصدوع فى توجيه خطوط تصريف المياه التي تغذي بعض البرك والبحيرات الملحية والتى اتخذت على طول محاورها المظهر الخطى للمياه، إلى جانب ذلك فقد ساهمت هذه الصدوع فى إضعاف سطح المنطقة أمام عوامل التعرية، مما ساعد على تشكيل الأشكال الجيومورفولوجية وظهور ملامح البرك الملحية المنخفضة نسبياً بمنطقة الدراسة.

وقد اتضح من من خلال الدراسة الميدانية للمنطقة أن الفواصل تظهر في الصخور الجيرية ويتراوح طولها مابين عدة ملليمترات ومئات الأمتار (Holmes,1972,p.103)، وتأخذ اتجاهات تتشابه إلى حدٍ كبيرٍ مع اتجاهات الصدوع،مما يدل على ارتباط نشأتها بتلك الصدوع، كما يتضح أن الفواصل ذات الاتجاه الشمال الغربي/ الجنوب الشرقي، والصدوع الشمالية/الجنوبية تعد من أكثر الفواصل شيوعاً فى منطقة الدراسة والذي انعكس بدوره في تشكيل البرك الملحية(الخفوج)وملامحها المورفولوجية العامة.

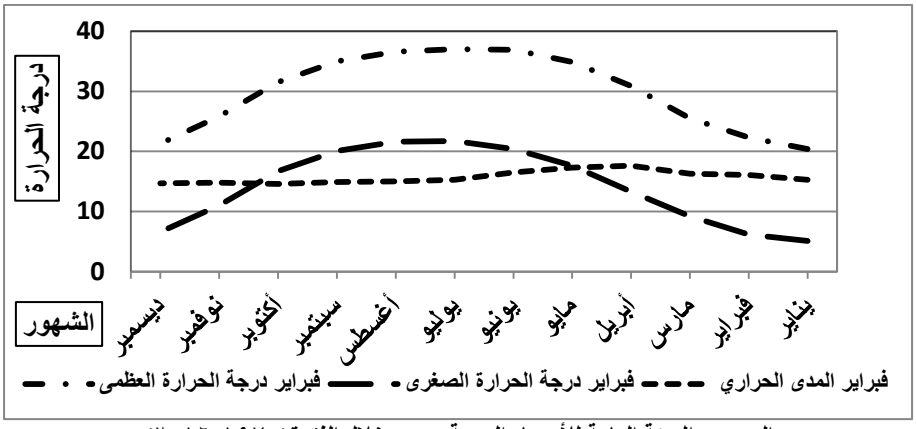
مما سبق يمكن القول بأن الأحداث الجيولوجية والبنيوية في البيئات الجبلية الهضبية والصحراوية أدت إلى نشأة أحواض تكتونية النشأة نتيجة وجود صدوع وهبوط التكوينات الجيولوجية فينتج عنها أحواض تكتونية أو مظاهر حوضية تمثل مواضعاً للصرف المركزي الداخلي وتكوين البرك الملحية(الخفوج)بالمنطقة.

٣-العامل المناخي: ساهم العامل المناخي بدور كبير في في نشأة البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة وتشكيل ملامحها المورفولوجية وكذلك الاشكال

الجيومورفولوجية المحيطة بها. فالعناصر المناخية المختلفة من حرارة ورياح وأمطار لها أهميتها وعلاقاتها الوطيدة بالعمليات الجيومورفولوجية المختلفة التي تساهم في نشاة البرك الملحية(الخفوج) والاشكال الجيومورفولوجية المحيطة بها، حيث ترتبط هذه العمليات ارتباطاً وثيقاً بعناصر المناخ والتي تحدد بدورها العملية الجيومورفولوجية ومدى فعاليتها سواء إن كان ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر، إلا أن فاعلية هذه العناصر تتوقف على نوعية التكوينات الجيولوجية وبنيتها وخصائص أحواض التصريف، بالإضافة إلى العناصر المناخية.

فالمناخ له دور كبير في نوعية الاملاح وكميتها في البرك الملحية بمنطقة الدراسة فانخفاض درجة الحرارة شتاءً وزيادة كمية المطر والرطوبة وانخفاض سرعة الرياح ساهم في قلة التبخر، وأدى تجمع المياه داخل البرك الملحية وعند قدوم فصل الصيف ترتفع درجة الحرارة وتقل الرطوبة وتزداد نسبة التبخر، وبالتالي تترسب الاملاح على هيئة قشور صلبة على سطحها أو على هوامشها.

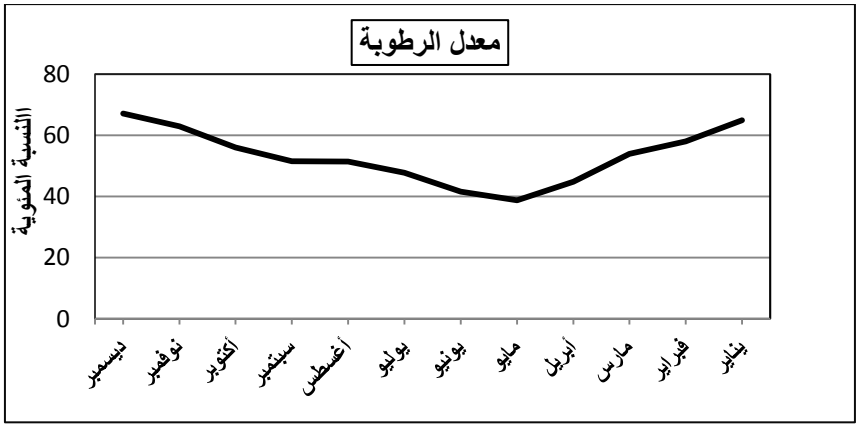
فدرجة الحرارة من أهم عناصر المناخ التي تتوقف عليها جميع العناصر المناخية الأخرى حيث تساعد الحرارة المرتفعة في فصل الصيف على زيادة معدلات التبخر، حيث تقع البرك الملحية (الخفوج) ضمن النطاق الصحراوي الذي يتميز بارتفاع درجة الحرارة، فبلغ متوسط الحرارة العظمى٢٩,٨م، وسجلت أعلى درجة حرارة عظمى خلال أشهر يونيو ويوليو وأغسطس، أما أدنى درجة حرارة فبلغ متوسطها ١٤,١ م كما يتضح من شكل (٤).



المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمصر خلال الفترة(١٩٧٠-٢٠١٦).

شكل(٤) المتوسط الشهري للحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى بمحطة المنيا.

وترتبط الرطوبة النسبية بعلاقة عكسية مع درجة الحرارة، حيث تتسم منطقة الدراسة بارتفاع درجة الحرارة نظراً لوقوعها في النطاق الصحراوي الأمر الذي أدى بدوره إلى انخفاض الرطوبة النسبية خلال العام حيث وصل المعدل الثانوي للرطوبة النسبية ٥٣.٣% كما يتضح من الشكل (٥).



المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمصر خلال الفترة(١٩٧٠-٢٠١٦).

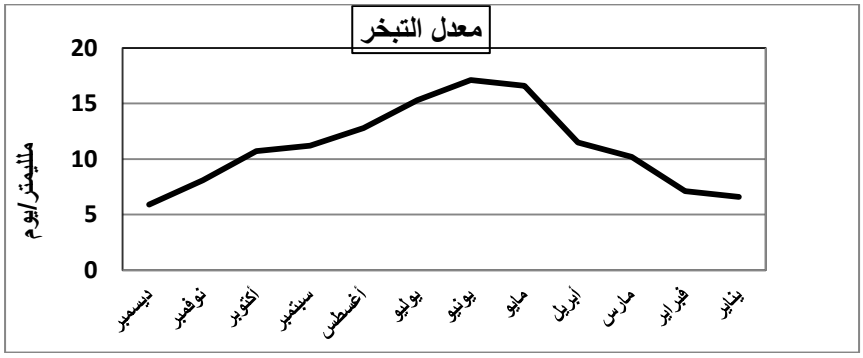
شكل(٥) معدل الرطوبة بمحطة المنيا.

وتتحكم الرطوبة أيضا في معدلات التبخر والعلاقة بينهما عكسية فكلما كان الهواء رطباً ومشبعاً ببخار الماء قلت قدرته على حمل المزيد من بخار الماء، وبالتالي تنخفض معدلات التبخر إلى أدنى مستوى لها، بينما ترتفع معدلات

التبخر وتنشط بشكل ملحوظ عندما يكون الهواء جافاً وهذا أذا انخفضت نسبة الرطوبة إلى أدنى مستوى لها لذا فأن هناك اختلاف في الصيف عن الشتاء.

وتتكون الرواسب الملحية في ظل ظروف مناخية جافة مع ارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدلات التبخر، حيث يؤدي ارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف إلى تحول المحاليل الملحية من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية مما يؤدي إلى تبخرها وينتج عن ذلك نمو الجبس والانهيدريت وبالتالي نمو البللورات الملحية والقشور الملحية على السطح والتي يزداد سمكها مع ارتفاع درجة الحرارة، ظهور الطبقات الملحية في منطقة خفج عبدالله عقيلة وخفج القبايل.

ففي هذه المناطق ذات الظروف المناخية الجافة والتي يزيد فيها معدل التبخر على مصادر المياه بفعل المياه الجوفية والأمطار أو السيول القادمة من المرتفعات المجاورة، تظهر بحيرات ضحلة شبه جافة مغطاة برواسب الملح يطلق عليها البرك الملحية(الخفوج).

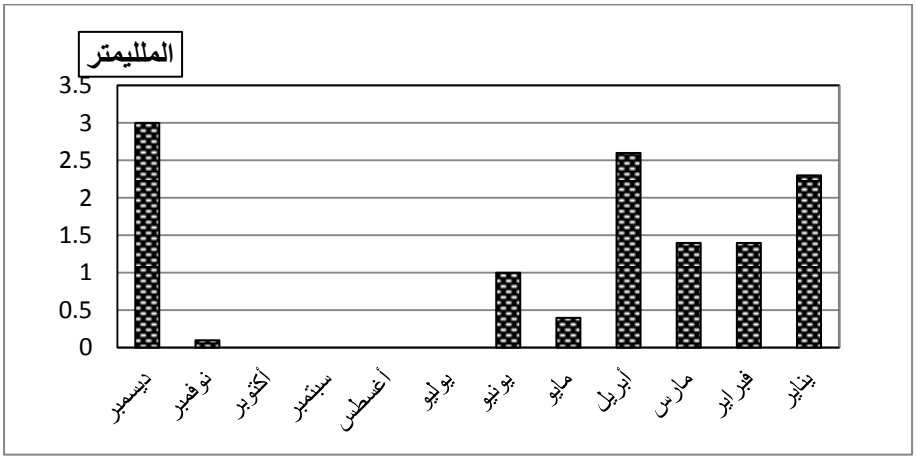


المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمصر خلال الفترة(١٩٧٠-٢٠١٦).

شكل(٦) معدل التبخر بمنطقة الدراسة.

ويتضح من الشكل (٧) أن المتوسط السنوي للمطر بمنطقة الدراسة ١٢.٤ مللم، وتسقط الأمطار بكمية كبيرة خلال شهري نوفمبر و ديسمبر، حيث

بلغت قمتها في شهر ديسمبر ٣ مللم خلال شهر نوفمبر، و ٢.٣ مللم خلال شهر ديسمبر، وتتميز هذه الأمطار بعد انتظامها وتغايرها زمانياً ومكانياً حيث تختلف في سقوطها بصورة كبيرة في توزيعها اليومي أو الفصلي والسنوي مما يزيد من فرص حدوث السيول على المناطق الجبلية وانحدارها نحو منطقة الدراسة متبعة الروافد الرئيسية المنحدرة صوب منطقة الدراسة وبالتالي يغذي بعض البرك والبحيرات الملحية.



المصدر:- الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمصر خلال الفترة (١٩٧٠-٢٠١٦).

شكل (٧) كمية الأمطار الساقطة بمنطقة الدراسة.

وتساهم الأمطار في تشكيل ملامح السطح بمنطقة الدراسة بمساعدة عامل الانحدار فتتدفق المياه حيث أن رخات المطر القوية وما يتعبها من زيادة مفاجئة في حجم التصريف يؤدي إلى حدوث فيضانات سيلية سريعة لها القدرة على تجمع المياه داخل البرك والبحيرات الملحية وتباين كمياتها.

٣-العامل الهيدرولوجي:

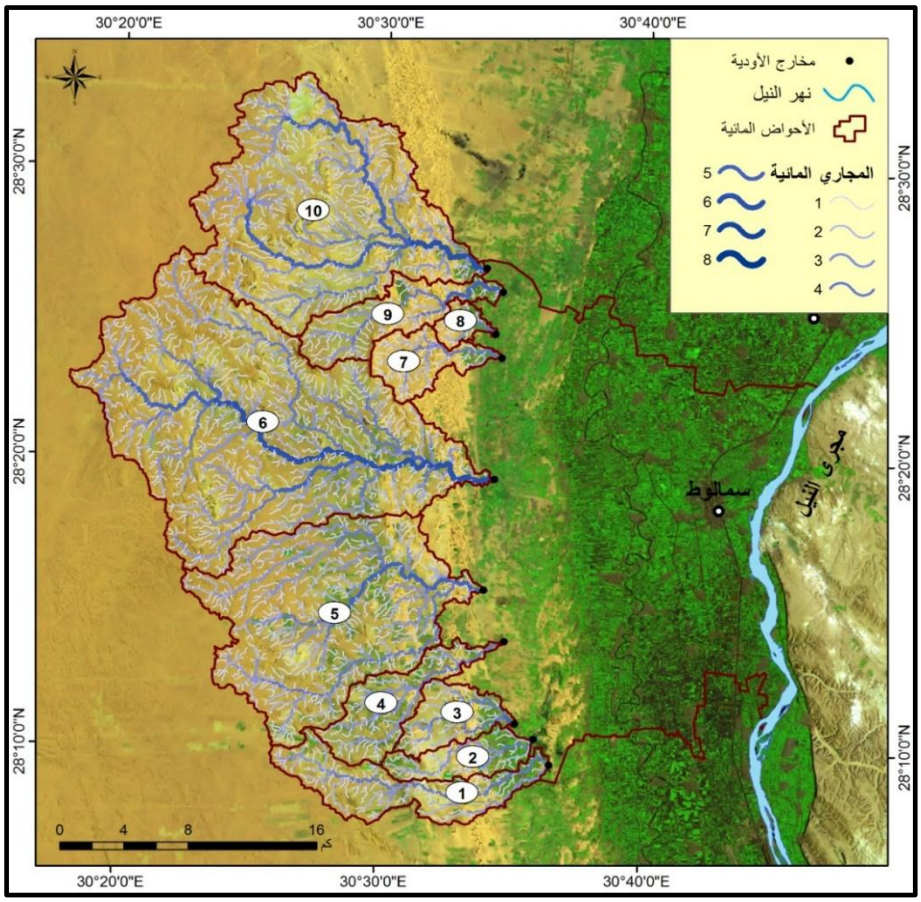
إن المياه الجارية في المناطق الصحراوية نادراً ما تكون بالوفرة الكافية حتى تكون بركاً وبحيرات ملحية دائمة، ولكنه أحياناً ما تحدث عاصفة ممطرة فتلقي

بكمية المطر على شكل فيضان سريع عبر الأودية الجبلية بمنطقة الدراسة لتتجمع المياه داخلها وتستمر لعدة شهور ثم تقل كميات الأمطار الساقطة وتبدأ فترة الجفاف خلال فصل الصيف فتجف المياه في البحيرات والبرك الملحية بعد تبخر مياهها نتيجة لارتفاع الحرارة، وتسرب جزء من المياه في مسام التربة والبخر نتح بفعل النباتات تترك خلفها رواسباً ناعمة تغطي قاع البحيرات التي تجمعت فيها المياه في شكل طبقة رقيقة غاية في الاستواء والنعومة.

وبالرغم من الظروف المناخية الجافة التي تسود منطقة الدراسة في الوقت الحاضر فإن الجريان السطحي المحدود والذي يحدث على فترات متباعدة يقوم بتشكيل الملامح المورفولوجية للبرك الملحية(الخفوج) وما يرتبط بها من أشكال جيومورفولوجية مختلفة، كما تقوم الأودية بنقل الرواسب الحطامية الدقيقة من الطمي والصلصال والمواد المعدنية المذابة من كربونات الكالسيوم والمنجنيز والحديد إلى مواضع ترسيب البرك الملحية إما على شكل مواد ناعمة أو مذابة.

وقد اتضح من تحليل شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة والتي بلغ عددها عشرة أحواض صغيرة المساحة، يبلغ أكبرها مساحة حوالي ٢٦٢ كم^{٢} وأصغرها مساحة ٦,٨ كم^{٢}، وهي مجموعة أحواض صغيرة تنحدر باتجاه منطقة الدراسة، كما تبين من التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة أن كمية الأمطار الساقطة على منطقة الدراسة عام ٢٠٢٠ حوالي ٣٠ مم .

وقد تم عمل تحليل هيدرولوجي باستخدام برنامج (WMS) للتعرف على كمية المياه الساقطة على منطقة الدراسة ولفهم مدى تأثيرها على المنطقة بتغذيتها بمصادر المياه السطحية والتي ساعدت على ظهور البرك الملحية شكل(٨).



المصدر:-عمل الباحثان اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEMمن صور STRM بدقة مكانية ٣٠ متر من بوابة land viewer باستخدام برنامجArcgis 10.3

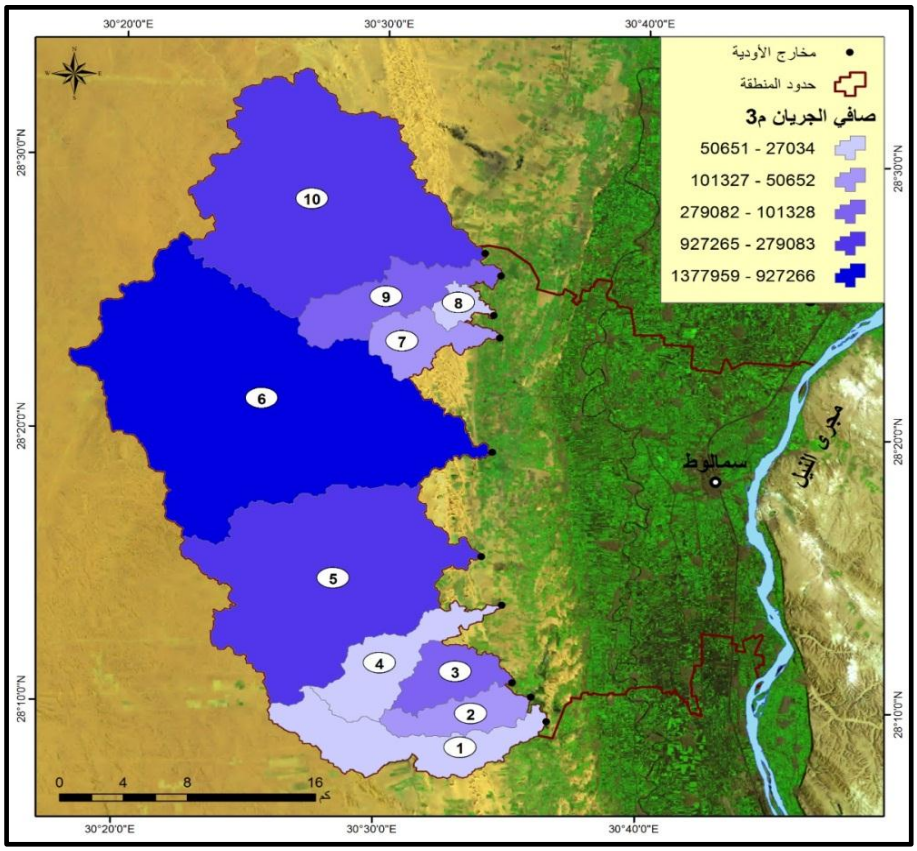
شكل (٨) شبكة التصريف المائي المنحدرة نحو المنطقة

وقد تبين أن هناك اختلاف في كمية المياه المتوقع تجمعها بمنطقة الدراسة كما يتضح من الجدول (١)، والشكل (٩) حيث بلغت أقصى كمية مياه تجمعت في الحوض رقم ٦ بكمية مياه بلغت حوالي ١٣٧٧٩٥٨.٨ م٣ من المياه، أما أقل الأحواض التي تجمعت بها المياه فهو الحوض رقم ٨ حيث تجمعت منه مياه بمقدار ٢٧٠٣٣.٦ م^{٣} باتجاه المصب ومناطق البرك الملحية.

جدول (١) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة الدراسة

رقم الحوض	مساحة الحوض كم٢	وقت التركيز بالدقيقة	زمن التباطؤ ساعة	صافي الجريان م٣	ذروة التصريف دقيقة
١	٤٣.٥	٣٥٨,١	٦	٥٠٦٥٠,٨	١,٧
٢	١٩.٢	٣٠٦,٧	٥,١	٦٩٨٧٤,٢	٢,٥
٣	٢١.١	٥٣٣,٣	٨,٩	٢٧٩٠٨١,٦	٧
٤	٣١.٥	٤٠٣,١	٦,٧	٣٥٢٠٣,٥	١,١
٥	١٥٧.٢	٨٦٣,١	١٤,٤	٨٧٧٦٤٧	١٦,٥
٦	٢٦٢	٠,٠	٠,٠	١٣٧٧٩٥٨,٨	٤٠٣,٥
٧	٢٠,٣	٣٣٧,٦	٥.٦	١٠١٣٢٧,٤	٣,٤
٨	٦,٨	٢٥٧	٤,٣	٢٧٠٣٣,٦	١,١
٩	٣٢,٨	٥٣٧,١	٩	١٨٧٩١٤,٦	٤,٧
١٠	١٧٥	٧٢٧,٣	١٢,١	٩٢٧٢٦٥,٢	١٩,٢

المصدر: اعداد الباحثان اعتمادا على نتائج التحليل الهيدرولوجي ببرنامج WMS

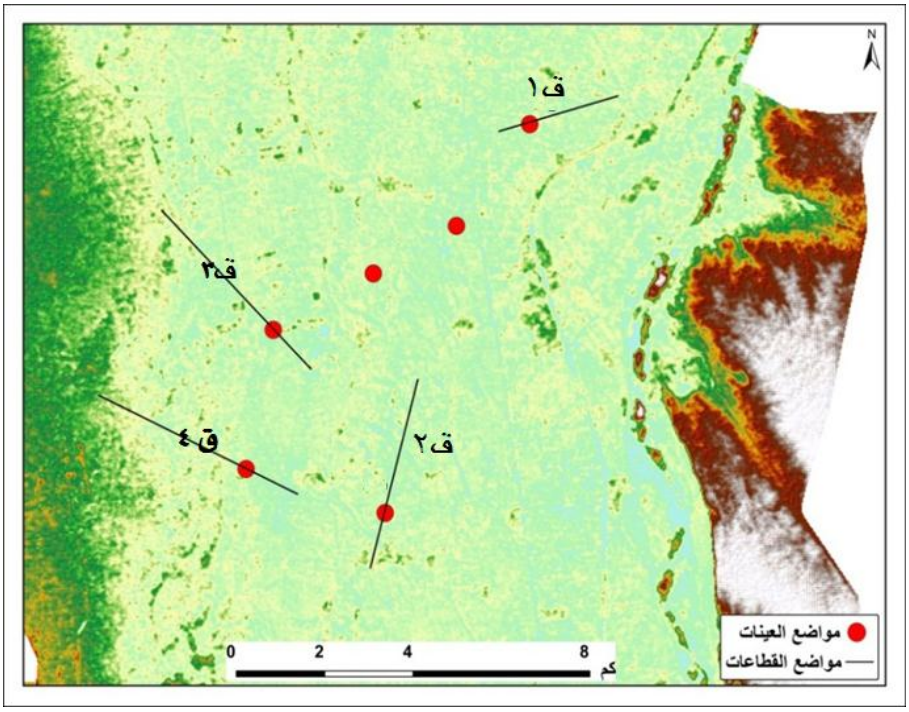


المصدر:-عمل الباحثان اعتمادا على نتائج التحليل الهيدرولوجي ببرنامج WMS

شكل(٩) صافي الجريان لشبكة التصريف المائي المنحدرة نحو المنطقة

٤-العامل الطبوغرافي:

يساعد العامل الطبوغرافي على نشأة البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة، فحيثما وجدت منطقة حوضية وسط مناطق مرتفعة فإن المياه الزائدة عن الأراضي الزراعية المحيطة بها تتصرف إليها فتزيد فرصة تكوين البرك الملحية(الخفوج)، بالإضافة إلى الفائض من المياه الجوفية المتمثلة في العيون والآبار (Guimar˜aes,et.al.,2021,P.3) فمنطقة الدراسة جزءً من السهل الرسوبي والهضبة الغربية طبقاً لتكويناتها الجيولوجية وتركيبها الليثولوجي.

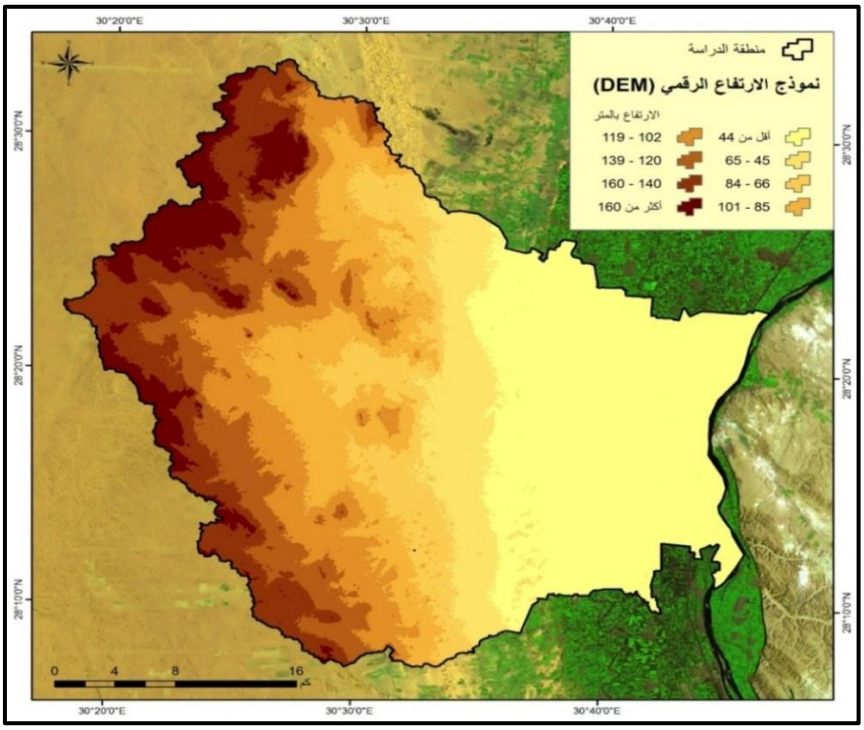


شكل(١٠) القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.

وتتميز بصفة عامة بقلة التضرس وتباين الأشكال الجيومورفولوجية بها ما بين منطقة السهل الفيضي وحواف الهضبة الغربية وبعض روافد الأودية التي تجلب رواسبها من المرتفعات المجاورة وارسابها في المناطق المنخفضة وقد ساعد قرب

المناطق المنخفضة من منسوب الماء تحت السطحي، والذي يتميز بزيادة نسبة الملوحة ووصولها إلى سطح الأرض بالخاصة الشعرية، وبتبخر تلك المياه تتراكم الاملاح على سطح تلك المناطق، وساعد ذلك بدوره في تكوين البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة.

وقد تم عمل مجموعة من القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة يمكن من خلالها إعطاء فكرة عن البرك الملحية والمناطق المحيطة بها من حيث الارتفاعات والانخفاضات فضلاً عن معرفة انحدرات السطح ومدى ارتباطها بشكل البرك الملحية(الخفوج)، وقد تم عمل عدد أربعة قطاعات تضاريسية داخل منطقة الدراسة بحيث تمر بمناطق البرك الملحية، كما يتضح بالشكل (١٠).



المصدر:-الصور الرداربة للمكوك الفضائي SRTM بدقة ٣٠ متر ، بوابة USGS

شكل(١١) خصائص السطح بمنطقة الدراسة.

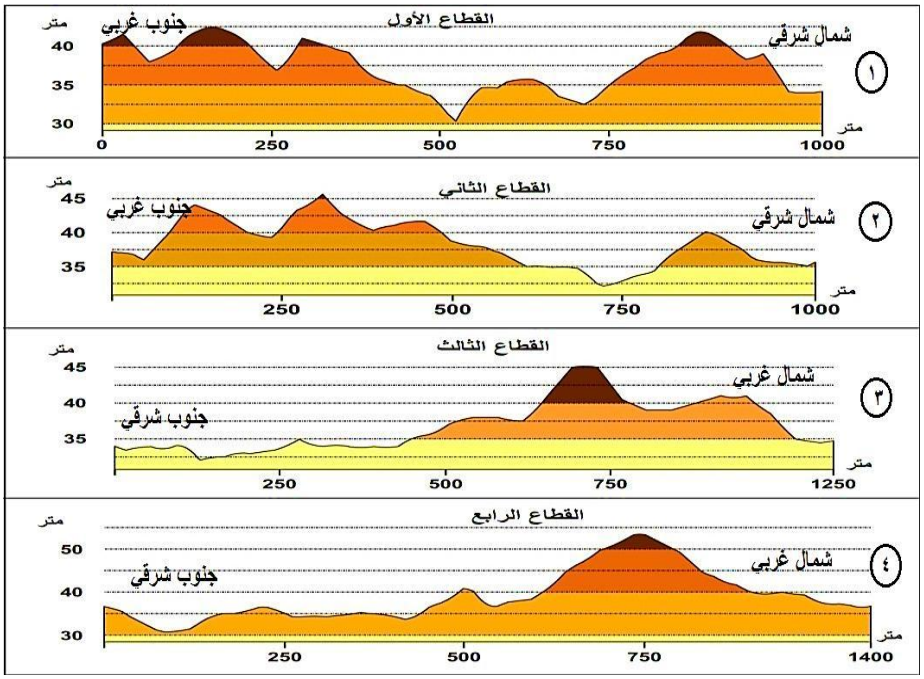
ومن خلال تحليل بيانات النموذج الرقمي لمنطقة الدراسة بدقة ٣٠م للتعرف على طبيعة الارتفاعات بمنطقة الدراسة وصل المدى التضاريسي العام بمنطقة الدراسة ١٦٤ متراً وهو الفارق بين منسوب أعلى نقطة ١٨٠ م والتي سجلت بأحد التلال ومنسوب أدنى نقطة ١٦م بمنطقة البرك الملحية بصلبية القمادير كما يتضح من شكل(١١).

وتتميز منطقة الدراسة عامة بالاستواء والانحدرات الهينة والتي تغطي معظم منطقة الدراسة وهذه الأراضي قابلة للزراعة بسبب أستواء سطحها ووفرة المياه الجوفية، وتشمل السهل الفيضي ونطاق السهول الحصوية الممتدة إلى الغرب، بينما تشغل الانحدرات الشديدة والمتوسطة الأراضي المرتفعة والتي تتخللها بعض الأشكال الرملية المختلفة، والتلال الجبلية التي ما زالت أعلى منسوباً من الأراضي المحيطة الأمر الذي كان له دوراً كبيراً في نشأة البرك الملحية بمنطقة الدراسة والأشكال الجيومورفولوجية المحيطة بها.

فالقطاع الأول: يمر من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي ويمثل النطاق الجنوبي من منطقة الدراسة ويمر ببعض المناطق المرتفعة وبعض روافد الأودية، ويبلغ طوله حوالي١٠٠٠م ويبدأ من الشمال الشرقي بمنسوب ٣٣ م وينتهي في الجنوب الغربي بمنسوب ٤٢م ويمر القطاع بالبرك الملحية(الخفوج بمنطقة صلبية القمادير)، **أما القطاع الثاني** فيمر من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي ويبلغ طوله حوالي ١٠٠٠م، ويبدأ من الشمال الشرقي بمنسوب ٣١ م وينتهي في الجنوب الشرقي بمنسوب ٣٥ م، و يمر بمنطقة البرك الملحية(الخفوج) ونطاق الكثبان الرملية النشطة وينتهي بسهول حصوية مرتفعة تغطيها رواسب الأودية.

أماالقطاع الثالث: يمر من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ويمثل النطاق الأوسط من منطقة الدراسة، ويمر ببعض المناطق المرتفعة وروافد الأودية، ويبلغ طوله حوالي ١٢٥٠ م ويبدأ من الشمال الغربي بمنسوب ٣٥ م وينتهي في

الجنوب الغربي بمنسوب ٢٩م، ويمر القطاع بالبرك الملحية(الخفوج بمنطقة الحصحاصة)، وأخيراً **القطاع الرابع** فيمر من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ويبلغ طوله حوالي ١٤٠٠م ويبدأ من الشمال الغربي بمنسوب ٣٦ م وينتهي في الجنوب الشرقي بمنسوب ٣٥ م، و يمر بمنطقة البرك الملحية (الخفوج) في خفج القبايل، وتمثل الاشكال الرملية والأودية الجافة وبعض التلال المنعزلة أبرز سمات السطح خلال هذا القطاع كما يتضح من شكل (١٢).



شكل(١٢) القطاعات التضاريسية لمواقع البرك الملحية(الخفوج)بمنطقة الدراسة

٥-عامل التربة:التربة المحلية في منطقة الدراسة تتنوع ما بين تربة موضوعية ناتجة عن عمليات التجوية، وتربة رسوبية بفعل المياه الجارية، وتربة هوائية تشكلت بفعل ارساب الرياح، وتربة ملحية والتي شغلت معظم مساحات البرك الملحية بمنطقة الدراسة والتي تشكلت نتيجة لانتقال الاملاح من تربة المناطق المجاورة ، فمنطقة الدراسة تتركز بها معظم الأراضي ذات الملوحة المتوسطة والمرتفعة والمرتفعة جداً لأنها مجاورة للارأضي الرملية القريبة من الأراضي

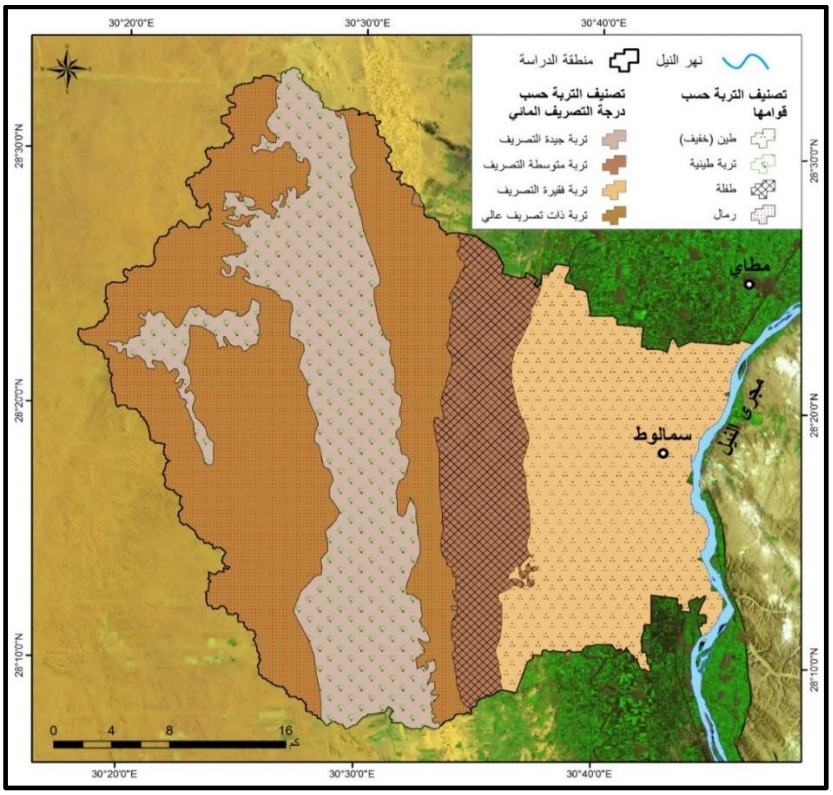
الجيرية بالصحراء الغربية، بالاضافة إلى قلة الصرف الحقلي والعام مما أدى بدوره إلى تراكم الأملاح وصعوبة التخلص منها.

وكما يتضح من شكل (١٣) يمكن تصنيف التربة بمنطقة الدرسة من حيث درجة التصريف المائي ودرجة قوامها، إلى تربة جيدة الصرف وتمتد من نهر النيل حتى بحر يوسف وهذا النطاق يسود فيه أيضا التربة الطينية حيث ترتفع نسبة الطين عن الرمل الناعم والرمل الخشن، وتربة متوسطة الصرف متوسطة النفاذية وتمتد بشكل رئيسي في النطاق الممتد إلى الغرب من بحر يوسف الى اقدام الحافة بالهضبة الغربية ونطاق المدرجات النهرية حيث تسود مكونات الطفل والتربة الرملية خفيفة القوام. وتوجد تربة فقيرة الصرف متوسطة القوام وتمتد في أجزاء متفرقة من المنطقة بالقرب من اقدام الحافة الغربية ويسود في هذا النطاق التربة الرملية الناعمة والخشنة، وهذه التربة ثقيلة القوام تتميز بأنها عالية النفاذية.

وتساهم خصائص التربة من حيث نفاذيتها ومساميتها في زيادة ملوحتها أو تركز الأملاح بها وانتقالها إلى البرك الملحية بمنطقة الدراسة، حيث تعد نفاذية التربة من الخصائص التي تساهم في نشأة البرك الملحية وتطورها بمنطقة الدراسة حيث تتحكم نفاذية التربة في مقدار المياه النافذة عبر قطاعات التربة إلى سطح البرك الملحية بالخاصة الشعرية، ومن ثم تبخرها مكونة طبقة من الأملاح فوق سطحها.

وبتطبيق مؤشر الرطوبة (NDMI) تظهر القيم منحصرة بين (−١ إلى ١)، حيث تدل القيم السالبة والتي تقترب من (−١) على التربة القاحلة، وتدل القيم التي تنحصر (صفر إلى ٠.٤) التربة المشبعة بالماء، وتدل القيم الموجبة التي تنحصر بين(٠.٤إلى١) على التربة غير المشبعة بالمياه (Water Stress).

ويتضح من تحليل مؤشر رطوبة [٤] (NDMI) التربة في منطقة الدراسة أنها تقل في منطقة الدراسة تحت أقدام الهضبة الغربية نتيجة لبعد المياه الأرضية



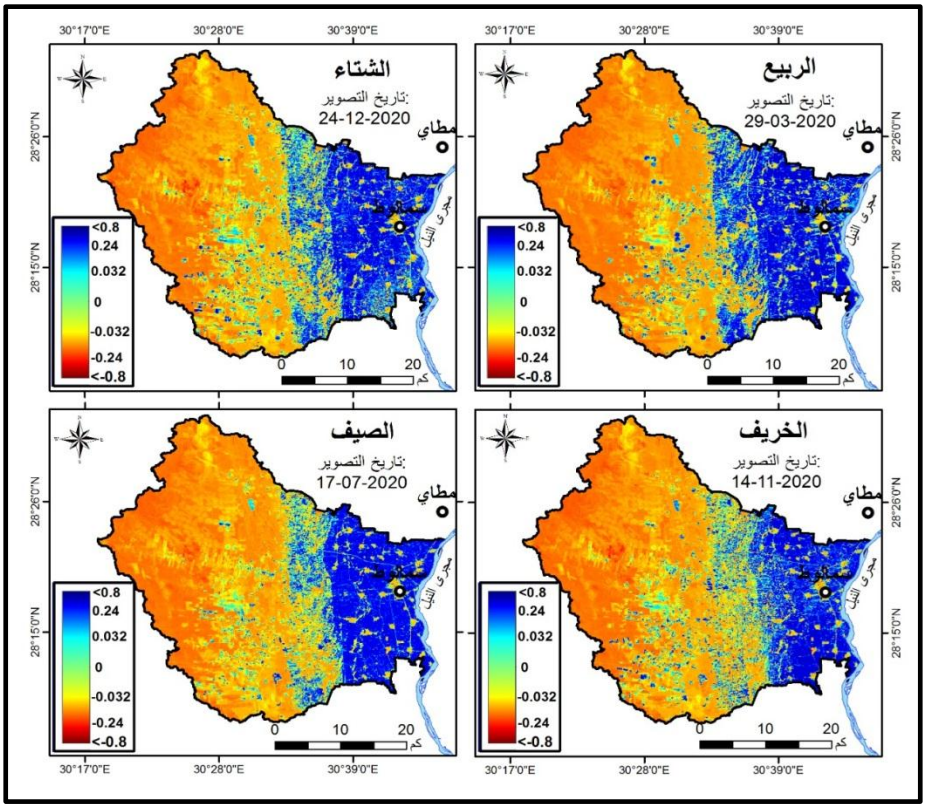
المصدر:-عمل الباحثان اعتمادا على خرائط التربة من بوابة USGS وFAO

شكل(١٣)تصنيف التربة حسب قوامها ودرجة تصريفها للمياه منطقة الدراسة

عن السطح وجفاف التربة إلا في بعض المناطق التي تظهر فيها الخفوج حيث تظهر الأراضي الرطبة على الصور باللون الأزرق بدرجاته مما يوضح

[٤] يستخدم مؤشر الرطوبة (Moisture index) في تصنيف التربة إلى فئات حسب رطوبتها مما يساعد في التعرف على التربات الجافة والرطبة ومع تقدم التقنيات الحديثة والتصوير الفضائي بالأقمار الصناعية بالموجات الطيفية المختلفة أمكن تقسيم التربات إلي فئات حسب درجات رطوبتها ويسمى هذا المؤشر بمؤشر فروق الرطوبة الطبيعي Normalized Difference Moisture Index واختصاره (NDMI). ويمكن التعرف على رطوبة التربة من أطياف القمر الصناعي (Sentinel-2) باستخدام الطيف رقم (B8A) وهو طيف الأشعة القريبة تحت الحمراء الضيقة والطيف رقم (B11) وهو طيف الأشعة القريبة تحت الحمراء القصيرة (SWIR)، وبتطبيق هذه المعادلة (B8A + B11) / (B8A - B11)، يمكن الحصول على مؤشر فروق رطوبة التربة (NDMI) وبالتالي يمكن تحديد محتوى الماء للغطاء النباتي ومراقبة حالات الجفاف (John,et.al.,2021,P.762)

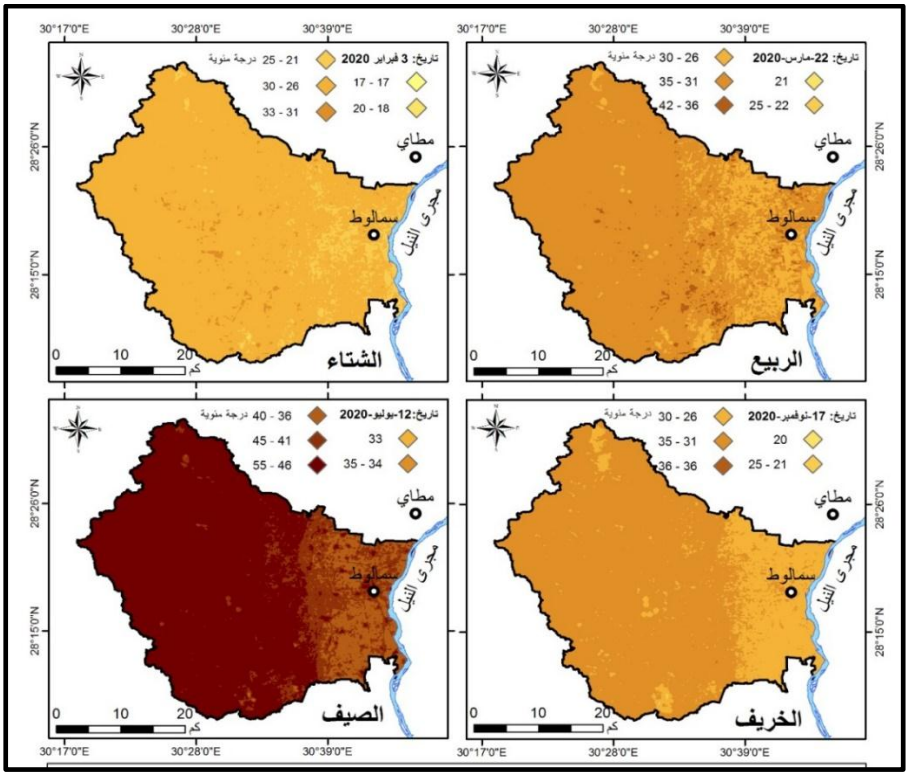
مناطق ظهور الخفوج ومؤشراًعلى وجودها كما يتضح من الشكل (١٤)، ويختلف توزيع مواضع رطوبة التربة في منطقة الدراسة من فصل لآخر، حيث تزيد رطوبة التربة في فصل الربيع وقد يكون ذلك نتيجة لري الأراضي الزراعية وتشبعها بالمياه وكذلك فصل الشتاء أما فصل الصيف فتظهر درجات رطوبة التربة بشكل منخفض في بعض المناطق وقد يكون ذلك نتيجة لارتفاع الحرارة وزيادة معدلات التبخر وجفاف التربة في بعض الأراضي.



المصدر:-عمل الباحثان اعتمادا على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat8 من بوابة land viewer للاعوام المذكورة

شكل (١٤) اختلاف درجات رطوبة التربة في المنطقة على مدار فصول السنة

ويتضح من تحليل شكل (١٥) اختلاف درجات حرارة الأسطح[٥] **(LST):**في منطقة الدراسة والتي منها حرارة سطح التربة حيث تنحصر حرارة سطح التربة في المنطقة في فصل الربيع بين (٢٠ إلي ٤٢ درجة مئوية)،أما في فصل الشتاء فتنحصر درجات حرارة سطح التربة بين (١٧ إلي ٣٣ درجة مئوية) مما يساعد في فهم اختلاف درجات الحرارة وهذا عامل يساعد على تخفيف عمليات تبخر المياه من التربة السطحية واستمرارها في أراضي الخفوج بالمنطقة



المصدر:-عمل الباحثان اعتمادا على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي landsat8

شكل(١٥)اختلاف درجات حرارة التربة السطحية بالمنطقة في فصول السنة المختلفة

[٥] يستخدم الطيف الحراري (Thermal band) في القمر الصناعي (Landsat-8) للتعرف على درجات حرارة الأجسام الأرضية مما يساعد في التعرف على أنواع التربات حسب رطوبتها وجفافها ومدى تأثير درجات الحرارة على خصائص التربة، كما يساعد في تحليل نسبة التبخر من الأسطح الأرضية مثل المياه والتربة **(Yao,et.al.,2021,p.272)**

ويتضح من تحليل حرارة سطح التربة في المنطقة في فصل الخريف أنها تنحصر بين (٢٠ إلي ٣٦ درجة مئوية) أي أن حرارة سطح التربة في فصل الربيع تكون قريبة من فصل اخريف، أما في فصل الصيف تصل درجة حرارة التربة إلى إلي ٥٥ درجة مئوية حيث تنحصر حرارة الأسطح بين (٣٣ إلي ٥٥ درجة مئوية) مما يفسر ارتفاع درجات الحرارة بسطح التربة بالمنطقة مما يزيد من تبخر المياه من الأراضي الرطبة وظهور الأملاح والقشور الملحية .

٦- المياه الجوفية وأثرها في نشأة البرك الملحية(الخفوج).

العلاقة بين المياه الجوفية والمياه السطحية في الخزان الجوفي بمنطقة الدراسة علاقة قوية من قديم الزمان يؤثر كل منها في الآخر، حيث يعد نهر النيل المصدر الرئيسي لمياه خزان وادي النيل من خلال تسرب مياه الفيضان عبر مراحل تطوره المختلفة، بالاضافة إلى مياه الامطار الغزيرة التي شهدتها مصر خلال الفترات المطيرة(Abdelshafy,H@Kamel,A,2016,P.323).

وفي الوقت الحالي تمثل شبكة االري والصرف المصدر الاساسي لتغذية الخزان الجوفي بمنطقة الدراسة بما يكتسبه من فائض مياه ري الأراضي الزراعية ورشح شبكة الري والصرف، حيث أن معظم هذه القنوات تمر بالطبقة الرملية التي تعلو الخزان الجوفي بمنطقة الدراسة وبالتالي تغذيته من المياه نتيجة رشحها من هذه الترع والقنوات خاصة غير المبطنة منها، ويتضح ذلك جلياً في منطقتي القمادير وطرفا القبلية مما ساعد على نشأة البرك الملحية(الخفوج) وتطورها بتلك المناطق، أما البرك الملحية (الخفوج) الواقعة غرب الطريق الصحراوي فقد ساعد على نشأتها وتطورها المياه الجوفية من خزان الحجر الجيري المتشقق في المزارع والأراضي المستصلحة غرب الطريق الصحراوي

حيث شهدت هذه المنطقة عملية استصلاح واسعة خلال الفترات الاخيرة وذلك لتوافر الأراضي القابلة للزراعة على نطاق واسع نحو الغرب.

ويوجد اتصال بين الخزانات الجوفية عبر أنظمة الصدوع والشقوق تحت السطحية، حيث تتحرك المياه في الطبقات السطحية تحت تأثير هيدروليكي يتسبب في دفع المياه في أتجاهات أفقية ورأسية، ومن ثم تتجمع هذه المياه في المناطق المنخفضة أو المستوية بواسطة الخاصة الشعرية لتكون بعض البرك الملحية بمنطقة الدراسة والتي سرعان ما تتعرض مياهها للتبخر فتترك قشرة بيضاء من البلورات الملحية والهالايت والجبس كما هو الحال في البرك الملحية (الخفوج) في منطقة خفج القبائل.

٧-الاستخدام الزراعي:

يتمثل الاستخدام الزراعي في الأراضي المستصلحة حديثاً والتي تضم أراضي المدرجات النهرية القديمة للنيل والتي تم تسويتها وزراعتها بالإضافة إلى أراضي السهل الفيضي التي توجد بالقرب منها منطقتي خفج القبائل والحصحاصة والتي استخدمت مياه نهر النيل في ري أراضيها، كماشهدت المنطقة الممتدة إلى الغرب من الطريق الصحراوي الغربي في الفترات الأخيرة عمليات استصلاح واسعة معتمدة على مياه خزان الحجر الجيري المتشقق في ري المزارع الصغيرة غرب الطريق الصحراوي، وكذلك هناك استصلاح لاراضي الخريجين بمنطقة صليبة القمادير واستخدام المياه الجوفية ومياه نهر النيل عن طريق ماكينات رفع خاصة، وقد ساهم الاستخدام الزراعي وعمليات الري في نشأة البرك الملحية(الخفوج) في المناطق المتعرضة للنشع أو التسييل Seepage Reflux من الأراضي الزراعية المجاورة.

صورة (٥) نشأة البرك الملحية نتيجة لصرف مياه الري الزائدة بمنطقة الدراسة.

كما أن الأراضي المستصلحة حديثاً مرتفعة المنسوب وبالتالي عند زراعتها وريها بالطرق التقليدية (رياً سطحياً بالغمر)تتسرب المياه إلى المناطق المنخفضة المجاورة وبالتالي يرتفع منسوب هذه المياه وزيادة نسبة ملوحة الماء الأرضي، ومع الجفاف الذي تتسم به منطقة الدراسة وارتفاع معدلات التبخر تصعد المياه المالحة عن طريق الخاصة الشعرية ، وتتراكم الأملاح على السطح مكونة ظاهرة البرك الملحية(الخفوج) كما يتضح من الصورة (٥).

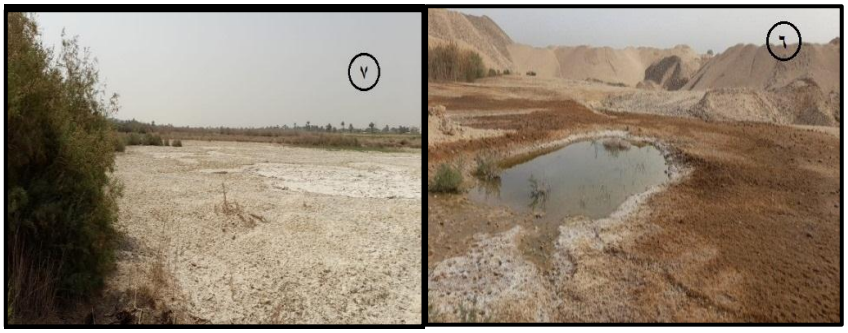
٨- التحجير:

يعد استخدام المحاجر في منطقة الدراسة من أهم العوامل البشرية التي ساهمت بشكل واضح في النشأة الأولية للبرك الملحية خاصة في منطقتي صليبة القمادير وغرب الطريق الصحراوي، فنتيجة للتوسع الزراعي غرب الطريق الصحراوي ومنطقة صليبة القمادير حيث تحولت هذه التجويفات الأرضية الناتجة عن المحاجر إلى أحواض تبخيرية والتي تطورت مع الوقت إلى برك ملحية وبعضها الآخر في طور التطور، ومعظم هذه البرك الملحية صغيرة المساحة ويستخدمها المزارعون في كثير من الأحيان في تخلص أراضيهم الزراعية من مياه الري الزائدة، وأيضاً الأملاح الزائدة عن حاجة التربة .

وتتعرض بعض هذه البرك الملحية للجفاف نتيجة لتوقف مصدر الأمداد المائي وتوجد هذه الظاهرة بوضوح في منطقة غرب الطريق الصحراوي.

رابعاً:الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية والنباتية للبرك الملحية(الخفوج).

من خلال المشاهدات الحقلية والقياسات الميدانية أتضح أن البرك الملحية(الخفوج) الصغيرة المساحة توجد في منطقة صليبة القمادير كما يتضح من صورة (٦)، ومنطقة طرفا القبلية حيث تراوحت مساحتها ما بين ٠,١١كم^{٢}، و ٠,٦٢كم^{٢} ، في حين تزيد في المساحة في مناطق الحصحاصة وغرب الطريق الصحراوي وفي خفج القبائل كما يتضح من صورة (٧)، حيث تراوحت المساحة ما بين ٠,٨٢ كم^{٢} ،٣,٣٢ كم^{٢}، وبصفة عامة تختلف البرك الملحية(الخفوج) في منطقة الدراسة فيما بينها من حيث مساحتها المختلفة حيث تراوحت مابين ١,١ كم^{٢} ،٣,٣٢ كم^{٢} بمتوسط مساحة ١,٠٩ كم^{٢} ، وتختلف هذه البرك الملحية(الخفوج) فيما بينها اختلافاً كبيراً في مساحتها حيث بلغ معامل الاختلاف ٩٠% وربما يرجع هذا الاختلاف إلى تباين أثر العمليات الجيومورفولوجية التي شكلت سطح الخفوج.



صورة (٦) البرك الملحية الصغيرة المساحة بمنطقة صليبة القمادير، صورة (٧) البرك الملحية الكبيرة المساحة بمنطقة خفج القبائل

وتختلف البرك الملحية(الخفوج) في منطقة الدراسة فيما بينها من حيث أبعادها المختلفة وأحجامها حيث تراوحت أطوالها مابين ٠.١٢كم ، ٢,٨٢ كم بمتوسط طول ٠.٩٦كم ، ، وتختلف هذه البرك الملحية(الخفوج) فيما بينها اختلافاً كبيراً في أطوالها حيث بلغ معامل الاختلاف و ٨٣% وربما يرجع هذا الاختلاف إلى تباين أثر العمليات الجيومورفولوجية التي شكلت سطح البرك الملحية (الخفوج).

وكما يتضح من جدول (٢) أن المتوسط العام لعرض البرك الملحية (الخفوج) بلغ ٠,٦٥كم بانحراف معياري قدره ٠.٤٨كم ونسبة اختلاف بلغت ٧٤% ، وهي نسبة كبيرة تعكس التفاوت في متوسط عرض البرك الملحية(الخفوج)، وهذا نتيجة لاختلاف امتداد الرواسب على جوانبها ، نظراً لوجود بعض المرتفعات بين تلك البرك الملحية(الخفوج) والتي تحد من إتساعها، بالإضافة إلى اختلاف أطوالها فيما بينها، والجدير بالذكر أن البركة الملحية رقم (٤) في منطقة صلبية القمادير هي أقلها من حيث العرض حيث بلغ متوسط عرضه ٠,٠٦ كم، في حين يمثل معدل عرض البركة الملحية رقم (٣) في منطقة خفج القبايل أكبر متوسط لعرض البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة وبلغ قدره ١,٤٥ كم في البركة اللحية رقم (٢) في منطقة الحصحاصة.

جدول(٢) الخصائص المورفومترية للبرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة

البرك الملحية(الخفوج)		المساحة بالكم ٢	الطول (كم)	متوسط العرض (كم)	متوسط العمق (م)	نسبة الأشغال المائي	معامل الشكل	دلالة الشكل
صليبة القمادير	ب ملحية (١)	٠,١٢	٠,١٥	٠,٠٩	١	٠.٧٥	٠.٦٠	شبه مستدير
	ب ملحية (٢)	٠,١١	٠,١٢	٠,٠٨	٠.٨	٠.٩٤	٠.٦٧	شبه مستدير
	ب ملحية (٣)	٠.١٢	٠,١٣	٠,١١	١.٢	٠.٨٢	٠.٨٥	مستدير نسبيا
	ب ملحية (٤)	٠,١٣	٠,١٢	٠,٠٦	٠.٩	٠.٢١	٠.٥٠	طولي
	ب ملحية (٥)	٠,١٦	٠,١٣	٠,٠٨	٠.٨	٠,١١	٠.٦٢	شبه مستدير
الحصحاصة	ب ملحية (١)	١,٣٥	١,٢٦	١,١٨	١.٨	٠	٠.٩٤	مستدير
	ب ملحية (٢)	٢,٩٣	١,٨٧	١,٤٥	٣.٥	٠.٥٨	٠.٧٨	مستدير نسبيا
	ب ملحية (٣)	٣,٣٢	٢,٨٢	٠,٩٩	٢.١	٠.١٢	٠.٣٥	طولي
خفج القبايل	ب ملحية (١)	١,٦٢	١,٤١	١,٣٣	٤.١	٠	٠.٩٥	مستدير
	ب ملحية (٢)	٢,٢٢	٢,٢١	١,٣١	٢.٢	٠	٠.٥٩	شبه مستدير
	ب ملحية (٣)	١,٢١	١,٣١	٠,٨٩	٤.٥	٠,٥٤	٠.٦٧	شبه مستدير
	ب ملحية (٤)	٠,٩٩	١,٢١	٠,٥٣	١.٦	-	٠.٤٤	طولي
طرفا القبلية	ب ملحية (١)	٠,٦٢	٠,٥٢	٠,٣٨	٠.٦	٠	٠.٢٣	مستطيلة الشكل
	ب ملحية (٢)	٠,٤٤	٠,٤٩	٠,٢٧	٠.٤	٠	٠.٦٤	شبه مستدير
غرب الطريق الصحراوي	ب ملحية(١)	٠,٨٢	٠,٩١	٠,٥١	٠.٨	٠	٠.٥٦	شبه مستدير
	ب ملحية (٢)	١,١٤	٠,٩٣	٠,٨٦	١.١	٠	٠.٩٢	مستدير
	ب ملحية (٣)	١,١٩	٠,٨٨	٠,٨٨	٠,٥	٠.٢٢	٠.٩٦	مستدير
المتوسط		١,٠٩	٠,٩٦	٠,٦٥	١.٦	٠.٢١	٠,٦٦	---
الانحراف المعياري		٠,٩٨	٠.٨٠	٠,٤٨	١.٣	٠.٣٣	٠,٢٢	---
معامل الاختلاف		-	%٨٣	%٧٤	%٨١	%١٥٧	%٣٣	---

المصدر :١-قياسات الدراسة الميدانية للباحثين ٢-اعتمادت على القياسات من المرئيات الفضائية (Landsat-8, Sentinel-2)

أما معامل الشكل[٦] فقد بلغ متوسط قيمه نحو ٠,٦٦، وهي قيمة مرتفعة نسبياً تشير إلى زيادة الاتساع الجانبي أكثر من الطول المحوري للبرك

(٦)
معامل شكل البرك الملحية (الخفوج) = متوسط العرض / الطول . (Wang,et.al.,2014,p.75)

حيث انه كلما اقترب الناتج من الصفر كان شكل البرك الملحية أقرب إلى الاستطالة ، وكلما أقترب الناتج من الواحد كان الشكل أقرب إلي الاستدارة.

ومن خلال ناتج المعادلة يمكن التعرف على دلالة شكل الحواجز الحصوية بالمنطقة وذلك على النحو التالي:-

أقل من ٠.٣ مستطيلة الشكل
٠.٣- ٠.٥ شكل طولي
٠.٥ –٠.٧ شبه مستدير
٠.٧- ٠.٩ مستدير نسبياً
أكبر من ٠.٩ كامل الاستدارة

الملحية(الخفوج)، وتراوحت هذه القيم ما بين ٠,٢٣ ، ٠,٩٦ كما يتضح من الجدول(١)، ومعظم البرك الملحية بمنطقة الدراسة أقرب من الاستدارة منها إلى الاستطالة حيث تأخذ معظمها الشكل شبه المستدير والمستدير نسبياً باستثناء بعض منها في مناطق صلبية القمادير والحصحاصة وخفج القبائل والتي تأخذ الشكل الطولي، في حين بلغت قيمة الانحراف المعياري ٠.١٢، ولذلك فإن قيمة معامل الاختلاف ٣٣% وهو معامل ذو دلالة يعكس مدى التقارب في قيم معامل شكل معظم البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

وهناك فكرة يبديها الباحثان في التعامل الموفومتري مع الظاهرة وهي مؤشر الإشغال المائي للبرك الملحية (الخفوج) Salt ponds(khfouj) index وهي عبارة عن مساحة الجزء المائي التي تشغله الخفوج على المساحة الحقيقية الكلية للبرك الملحية(الخفوج) =

مؤشر الإشغال المائي) = مساحة الجزء المائي الفعلي / المساحة الحقيقية التي تشغلها البرك الملحية(الخفوج)

وتتراوح قيمتها ما بين الصفر والواحد الصحيح فكلما أقتربت القيمة من الواحد الصحيح دل على المساحة الكبيرة التي يشغلها المسطح المائي بالنسبة للحيز الكلي التي تشغله الظاهرة بما فيها الجزء الجاف وكلما اقتربت القيمة من الصفر دل على صغر المساحة التي تشغلها الظاهرة بالنسبة للحيز التي تقبع فيه الظاهرة، وتراوحت نسب الاشغال المائي للبرك الملحية(الخفوج) ما بين ٠.١١ ، ٠.٩٤ بمتوسط ٠.٢١ وبلغ نسبة معامل الاختلاف ١٥٧% وهي نسبة كبيرة

تبين مدى التباين في نسبة الاشغال المائي للبرك الملحية(الخفوج) بالمنطقة كما يتضح من جدول (١) وقد صنفت الظاهرة حسب نسبة الاشغال المائي إلى:-

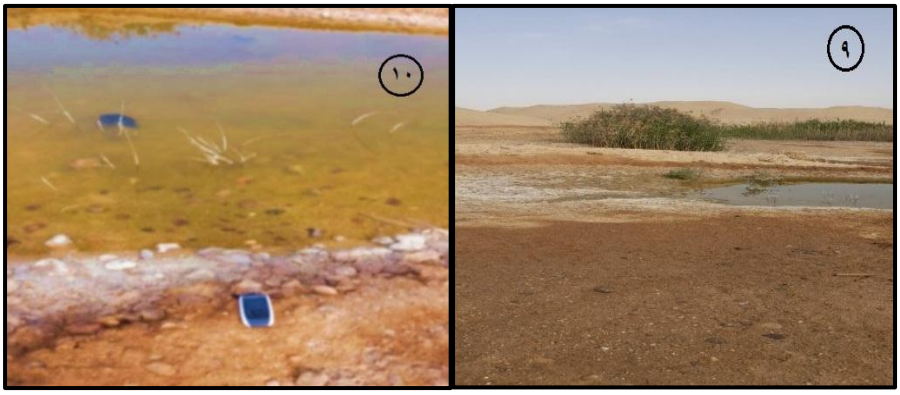
١- **برك ملحية(خفوج) جافة** : وهي التي لاتوجد بها اي كمية مياه ووصلت نسبة الاشغال المائي بها صفر، كما يتضح من الصورة (٨) وتنتشر هذه الظاهرة بوضوح في منطقة طرفا القبلية، ومنطقة الحصحصاصة ومنطقة غرب الطريق الصحراوي.

صورة (٨) البرك الملحية (الخفوج) الجافة بمنطقة طرفا القبلية.

٢- **برك ملحية(خفوج) شبه جافة:** وهي التي توجد بها كمية قليلة جدا من المياه ووتراوحت نسبة الأشغال المائي بها ما بين ٠,١١ ، ٠,٢٢ ، وينتشر هذاالنمط بوضوح في منطقتي صليبة القمادير والحصحصاصة

٣- **برك ملحية(خفوج) محتفظة بحجم مائي قليل:** وهي التي توجد بها كمية قليلة من المياه ووصلت نسبة الأشغال المائي بها إلى ٠.٥٤ في منطقة خفج القبايل، ٠,٥٨ في منطقة الحصحاصة كما يتضح من الصورة (٩).

٤- **برك ملحية(خفوج) محتفظة بحجم مائي كبير نسبياً:** وهي التي توجد بها كمية كبيرة من المياه وتراوحت نسبة الأشغال المائي بها ما بين ٠.٧٥ ، ٠,٩٤، كما يتضح من الصورة (١٠)، وينتشر هذا النمط بوضوح في منطقة صليبة القمادير، ومنطقة الحصحصاصة وغرب الطريق الصحراوي.



صورة(٩) البرك الملحية المحتفظة بالماء جزئياً بصليبة القمادير، صورة(١٠) البرك الملحية المحتفظة بحجم مائي كبير بمنطقة الحصحاصة.

أما بالنسبة لمتوسط عمق البرك الملحية (الخفوج) بمنطقة الدراسة وكما يتضح من جدول (٢) أن المتوسط العام لعمق البرك الملحية(الخفوج) بلغ ١.٦ م بانحراف معياري قدره ١.٣م ونسبة اختلاف بلغت ٨١%، وهي نسبة كبيرة تعكس التفاوت في متوسط عمق مياه البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

تصنيف الظاهرة حسب النبات الطبيعي:

وبدراسة مؤشر الغطاء النباتي[٧] بمنطقة الدراسة تنحصر القيم الناتجة من معادلة (NDVI) بين (−١ إلى ١)، حيث تتوافق القيم السلبية للمعادلة والتي تقترب من (−١) مع المناطق التي تغمرها المياه والمسطحات المائية. وتتوافق القيم القريبة من الصفر (−٠.١ إلى ٠.١) بشكل عام مع المناطق القاحلة من الصخور أو الرمال أو الثلج. تمثل القيم المنخفضة والموجبة التي تنحصر بين

[٧]مؤشر اختلاف الغطاء النباتي(NDVI) Normalized Difference Vegetation Index يوضح الفرق الطبيعية في الغطاء النباتي، حيث يمكن من خلاله قياس الغطاء النباتي حسب درجات الأخضر. وهو مقياس لحالة صحة الغطاء النباتي بناءً على كيفية عكس النباتات للضوء عند أطوال موجية معينة. وباستخدام معادلة (NIR + Red) / (NIR − Red) التي يتم من خلالها حساب مؤشر اختلاف الغطاء النباتي **(Gelybó,et.al.,2022,p.4)**.

(٠.٢ إلى ٠.٤) النباتات متوسطة الكثافة النباتية وأوراقها متوسطة الاخضرار، بينما تشير القيم العالية التي تزيد عن (٠.٤ حتى ١) إلى النباتات الكثيفة ذات الأوراق شديدة الاخضرار.

ويتضح من تحليل تطور نمو الغطاء النباتي في منطقة الدراسة لفترات مختلفة بين عامي ١٩٩٠ حتى ٢٠٢٠ وجود تطور كبير في المناطق الزراعية وامتدادها نحو الظهير الصحراوي حيث تبين ما يلي: –

- ظهرت عام ١٩٩٠ مساحات ضيقة للأراضي الزراعية والغطاء النباتي في المنطقة تقتصر على منطقة السهل الفيضي وما حوله في المنطقة.

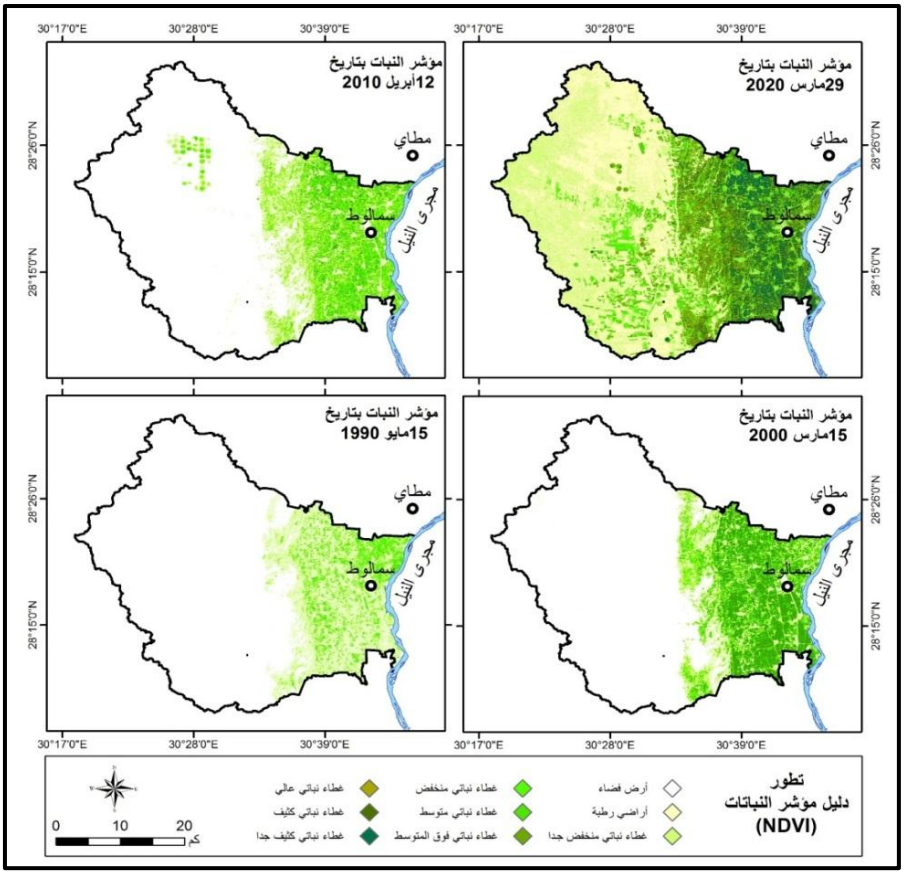
جدول (٣) تطور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة ما بين (١٩٩٠ –٢٠٢٠)

التصنيف	١٩٩٠		٢٠٠٠		٢٠١٠		٢٠٢٠	
	المساحة كم٢	النسبة %	المساحة كم٢	النسبة %	المساحة كم٢	النسبة %	المساحة كم٢	النسبة %
أرض فضاء	٩٠٩.٨	٧١.٧	٨٥٣.٠٧	٦٧.١	٨٣٤.٩	٦٥.٧	٤٤٨.٢	٣٥.٣
أراضي رطبة	١٨٩.٨	١٤.٩	٧١.٦	٥.٦	١٠٢.٣	٨.١	٢٩٨	٢٣.٥
غطاء نباتي منخفض جدا	١٠١.٥	٨.٠	٥٢.٩	٤.٢	٨٣.٢	٦.٦	٩٦.٧	٧.٦
غطاء نباتي منخفض	٥٥.٣	٤.٤	٤٢.٩	٣.٤	٧٩.٦	٦.٣	٨١	٦.٤
غطاء نباتي متوسط	١٢.٤	١.٠	٤٦.٨	٣.٧	٧٨.٢	٦.٢	٧١.٥	٥.٦
غطاء نباتي فوق المتوسط	...	...	٥٧.٣	٤.٥	٦٤.٥	٥.١	٧٩.٥	٦.٣
غطاء نباتي عالي	...	...	١٤٥.٧	١١.٥	٢٧.٧	٢.٢	٩١.٢	٧.٢
غطاء نباتي كثيف	...	...	...	...	...	...	٩٨.٤	٧.٨
غطاء نباتي كثيف جدا	...	...	...	...	...	...	٣.٩	٠.٣
الإجمالي	١٢٦٨.٤	١٠٠	١٢٦٨.٤	١٠٠	١٢٦٨.٤	١٠٠	١٢٦٨.٤	١٠٠

المصدر:– عمل الباحثان اعتمادا على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat8

- أما في عام ٢٠٠٠ فقد ظهرت مساحات جديدة من الأراضي الزراعية أضيفت إلي أراضي السهل الفيضي وقد كانت هذه الأراضي مقتصرة على الأجزاء الصحراوية القريبة من السهل الفيضي والتي تصل لها مياه الري من الأراضي المجاورة كما يتضح من جدول (٣)، وشكل (١٦).

▪أما في عام ٢٠١٠ فقد تطورت مساحة الأراضي بشكل ملحوظ وظهر امتداد للأراضي الزراعية المخططة داخل أراضي الظهير الصحراوي بعيداً عن أراضي السهل الفيضي مما يدل على قيام العمليات الزراعية بشكل منفصل في أجزاء بعيدة، وقد تظهر مشكلات تتعلق بعمليات صرف المياه الزراعية من الأراضي الزراعية مما ينتج عنه ظهور االبرك الملحية (الخفوج).



عمل الباحثان اعتمادا على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat8 من بوابة land viewer

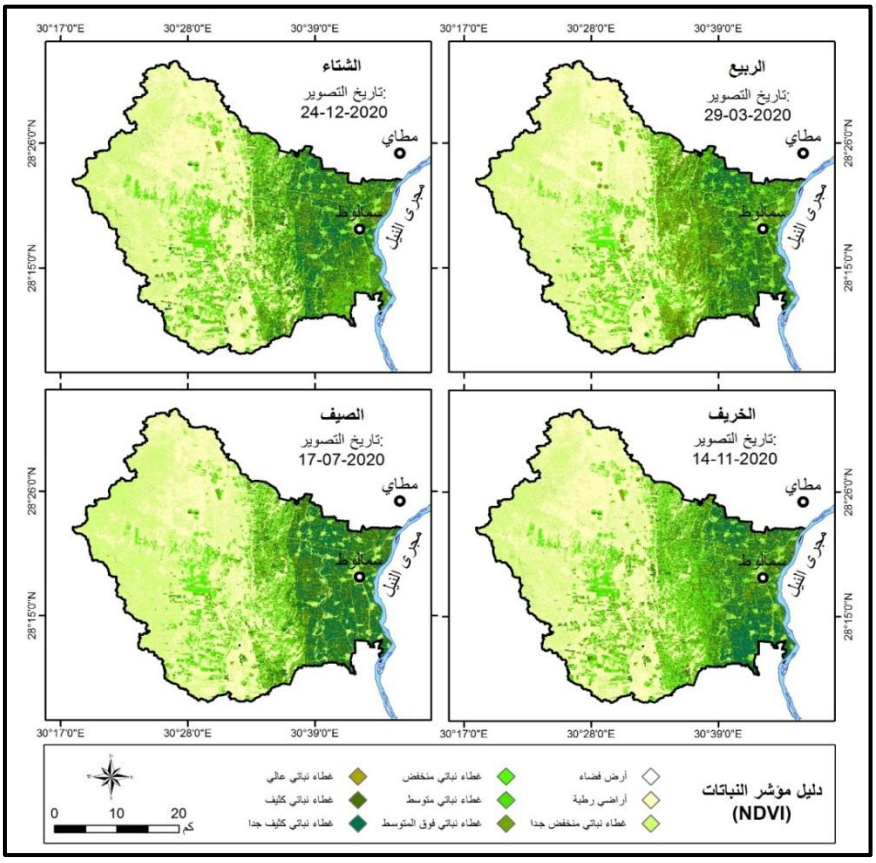
شكل (١٦)التغيرات في دليل مؤشر النباتات خلال الفترة (١٩٩٠ إلي ٢٠٢٠)

▪أما في عام ٢٠٢٠ فتظهر الأراضي الزراعية بشكلها الفسيح المتسع داخل العمق الصحراوي حتى أقدام الهضبة الغربية وقد اتسعت رقعة الأراضي

اتساعا كبيرا مما يدل على الطفرة الزراعية الهائلة التي ظهرت في أراضي الظهير الصحراوي وقد ظهر معها ظهور البرك الملحية التي نتجت من عدم توفر مصارف لصرف المياه الزراعية الزائدة عن حاجة التربة.

كذلك فقد تم عمل مقارنة لتطور عمليات نمو الغطاء النباتي في منطقة الدراسة في فصول السنة المختلفة وقد لوحظ ما يلي كما يتضح من شكل (١٧):-

- يبدو من تحليل مؤشر الغطاء النباتي ازدهار الغطاء النباتي في المنطقة في فصل الشتاء والربيع مقارنة بفصلي الصيف والخريف.



المصدر:عمل الباحثان اعتمادا على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي landsat8

شكل(١٧)التغيرات في دليل مؤشر النباتات بين فصول السنة المختلفة لعام ٢٠٢٠.

- يتضح مدى اخضرار النباتات وتطورها في الشتاء مقارنة بباقي فصول السنة.
- يمثل فصل الصيف أقل فصول السنة من حيث اخضرار الغطاء النباتي وازدهار النباتات.
- يزداد الغطاء النباتي في فصل الصيف في أراضي السهل الفيضي مقارنة بباقي الأراضي في الفصول الأخرى

ومن خلال الدراسة الميدانية تبين انتشار النبات في العديد من البرك الملحية (الخفوج) بمنطقة الدراسة وتتباين في نموها في مناطق البرك الملحية المختلفة فهناك نمو جزئي لها في بعض البرك الملحية كما هو الحال في منطقة صليبة القمادير وغرب الطريق الصحراوي كما يتضح من صورة (١١) وهناك برك ملحية مغطاة بالنبات الطبيعي كما هو الحال في منطقة الحصحاصة ومنطقة خفج القبائل كما يتضح من صورة(١٢).

صورة (١١) نمو جزئي للنباتات الطبيعية بالبرك الملحية في منطقة صليبة القمادير، صورة (١٢) برك ملحية مغطاة بالنبات الطبيعي في منطقة الحصحاصة.

و تتأثر النباتات بمنطقة الدراسة بمجموعة من العوامل أهمها العامل المناخي حيث تقع منطقة الدراسة ضمن الإقليم الصحراوي الحار والذي يتسم بارتفاع

درجة الحرارة وقلة الأمطار الساقطة ألا في حالة تساقط الأمطار بغزارة على هيئة سيول فتحتفظ الرواسب الطينية والرملية بهذه المياه لفترة فتنمو بها بعض النباتات وتتغذى عليها مثل نبات الثمار والعقول والخريزة والنجليات المحببة للملوحة، وتقل درجة ملوحة الرواسب والسوائل بالبرك الملحية (الخفوج) بمنطقة الدراسة عن ٢٥جرام/لتر، وهي النسبة التي تسمح بنمو نباتي كثيف من النباتات غير الملحية والجفافية ومن أمثلتها النباتات التي تنمو في خفج ابوعقيلة وخفج عبدالله أبوالحلي وخفج الحصحاصة، وتختلف النباتات في انواعها داخل البرك الملحية حيث ينتشر نبات الحجنة والطرفا في منطقة صليبة القمادير في حين ينتشر نبات الحثيان والهيش والديس والسعد وغاب الزلج في منطقتي الحصحاصة وخفج القبائل.

وللنبات الطبيعي دوراً مهماً في أصطياد الرواسب العالقة في الرياح أو المنقولة بواسطة المياه والعمل على تراكمها وتثبيت التربة حولها، كما يساعد على انتشار ظاهرة النباك حول بعض البرك الملحية بمنطقة الدراسة خاصة في منطقتي طرفا القبلية وخفج القبائل.

ويختلف عمق منسوب الماء تحت السطحي بها في مناطق البرك الملحية المختلفة حيث يبلغ عمق منسوب الماء تحت السطحي grand water ٦٠ سم من الفحص الميداني في البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة صليبة القمادير، في حين ترواح عمق منسوب الماء السطحي ما بين ٧٥سم ، ١٢٠ سم في منطقة الحصاحاصة وخفج القبائل.

ب- الخصائص الطبيعية والمعدنية لرواسب البرك الملحية(الخفوج):

من خلال الدراسة الميدانية لمواقع البرك الملحية تم عمل قطاعات رأسية في مناطق مختلفة من أسطح البرك الملحية (الخفوج)، ثم أخذ ستة عينات من رواسبها، على أعماق تراوحت ما بين ١٥سم ،٢٦ سم، ومن خلال الجدول(٤) والشكل (١٠) يتضح ما يلى :

- تشكل نسبة المواد الخشنة ٢٩,١% ، والتي تضم في طياتها الحصى الصغيرة ، والحصباء، في حين بلغت نسبة المواد الناعمة ٧٠,٩% من الوزن الكلى للعينة ، وهذه الفئة من المواد الناعمة تبدأ من الرمال الخشنة جدا ، وحتى الغرين والصلصال ، وهذه النسبة السابقة تتفق إلى حد ما مع طبيعة المصادر التى إستمدت منها البرك الملحية رواسبها والممثلة فى الرواسب المنقولة من أحواض التصريف إلى سطح البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

جدول(٤) نتائج التحليل الميكانيكي والاحصائي لرواسب البرك الملحية بالمنطقة.

الخصائص / موقع العينات	حصى صغير جدا ٢-٤مم	رمل خشن جداً ١-٢مم	رمل خشن ٠.٥-١مم	رمل متوسط ٠.٢٥-٠.٥مم	رمل ناعم ٠.١٢٥-٠.٢٥مم	رمل ناعم جداً ٠.٠٨٣-٠.١٢٥	طمي وصلصال أقل من ٠.٠٨٣	الانحراف المعياري ϕ	معامل الالتواء ϕ	معامل التفلطح ϕ
عينة ١	٢.٤	٣,٣	٢٢,٥	٨,٢	٢١,٤	٣٦,٣	٥,٩	١٢,٧	٠.٨٨	-٠.٣٧
عينة ٢	٤.٢	-	١٨.٢	٨.٦	٣٦.٢	٣١,٦	١.٢	١٤,٦	٠.٤٢	-١.٩
عينة٣	١.٥	-	١٤.٢	١١,٤	٢٥.٥	٤٤.٣	٣.١	١٦,١	١.٢	٠.٨٧
عينة ٤	٤.٣	١.٩	١٩.١	٣.٤	٢٦	٤١.٦	٣.٦	١٥,٢	١.١	٠,١٢
عينة ٥	١.٨	٢.٦	٢١.٧	٦,٥	٣٢.٥	٣٣.٨	١.١	١٤,٨	٠.٥٥	-٢,١
عينة ٦	٢.١	٣.٩	٩.٨	٢.٧	٢٤,٧	٥٥.٣	١.٥	١٩,٨	١.٩	٣,٣
المتوسط	١.٨	٢.٩	١٧.٦	٦.٨	٢٧.٧	٤٠,٥	٢.٧	١٥,٥	١.٠٣	-٠,٢

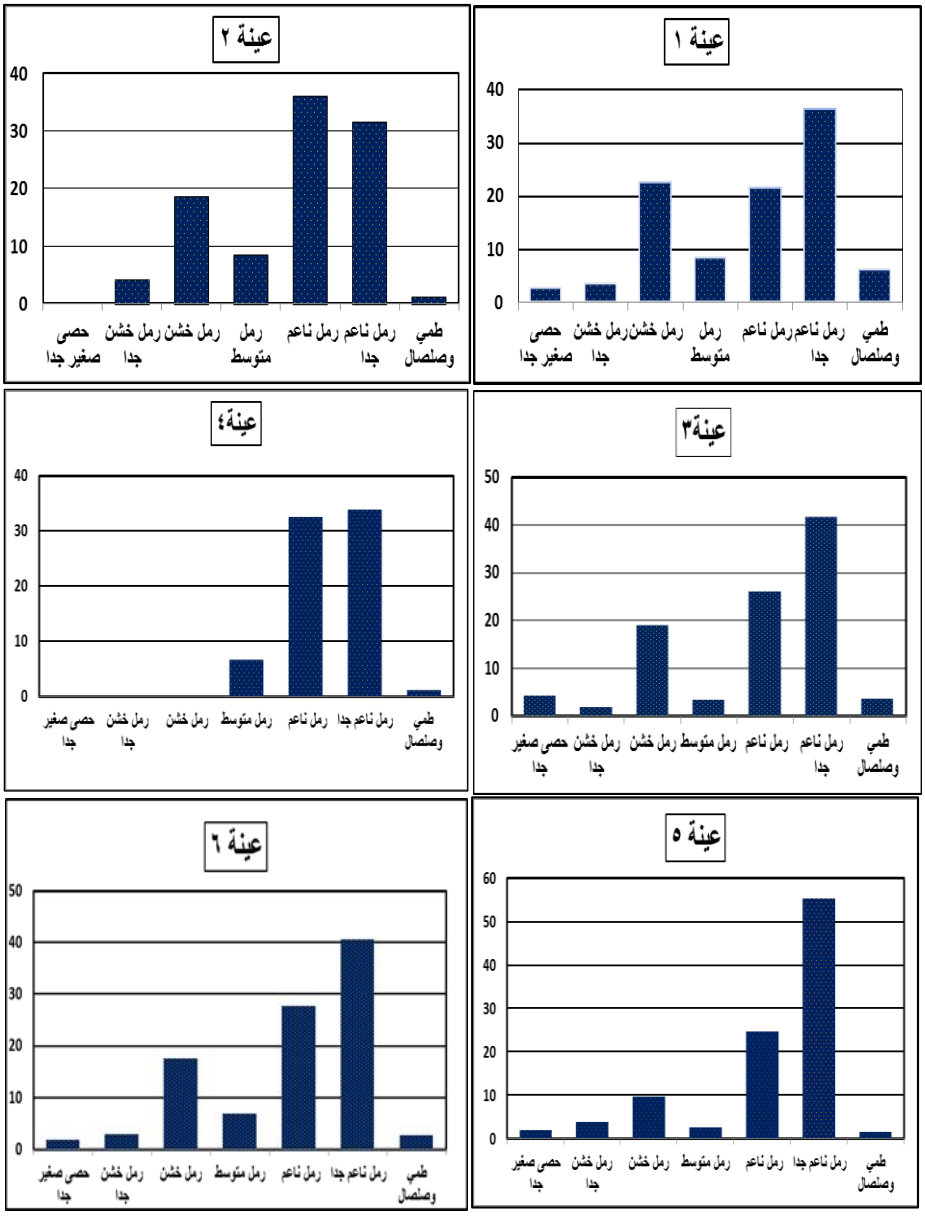
المصدر:- التجميع من الدراسة الميدانية للباحثين والتحليل الميكانيكي للعينات .

– بلغت نسبة الرمال المتوسطة والناعمة والناعمة جداً ٦٨,٧% من حجم العينة بالنسبة للرواسب الأقل من ٢ مم (عينة ٢، عينة ٣)، والرمال الخشنة والخشنة جداً ١٩,١% ، والنسبة الباقية تتألف من الغرين والصلصال وتشكل ٢,٢%.

– تباينت نسبة أحجام الرمال الخشنة والناعمة في في عينات البرك الملحية بمنطقة الدراسة، و يرجع ذلك إلى عمليات الترسيب المائي ، حيث تتأثر البرك الملحية بما تلقية مجارى الأودية الرئيسية من رواسب على سطحها.

كما أتضح أن رواسب العينات المأخوذة من البرك الملحية بمنطقة الدراسة ذات تصنيف سيء حيث وصل متوسط الانحراف المعياري١٥,٥، كما أتضح أيضاً أن معظم العينات ذات ألتواء موجب جدا، كما تتباين رواسب العينات البرك الملحية المختلفة، كما أوضحت دراسة معامل التفلطح أن رواسب هذه العينات ذات تفلطح شديد وتتدرج أغلب العينات بين تفلطح الشديد والتفلطح شديد التدبب مما يدل على وجود بعض الرواسب الدقيقة من الطمي والصلصال في العينات المختارة بمنطقة الدراسة.

ومن خلال دراسة الشكل (١٨)، والذي يوضح المدرجات التكرارية لتوزيع أحجام الرواسب بالبرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة، أتضح أن معظم عينات الرواسب ثنائية التصنيف ،وقليل منها احادية التصنيف، حيث تعد فئة االرمل الناعم والناعم جداً الفئة المنوالية السائدة في معظم العينات المختارة باستثناء عينة واحدة فقط كان الرمل الخشن هو الفئة المنوالية السائدة فيها، ويتضح مما سبق أن الرمل الناعم والناعم جداً هوالمكون الرئيسي لمعظم عينات البرك الملحية بمنطقة الدراسة.



شكل(١٨) المدرج التكراري لعينات رواسب ممثلة من البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

▪التتابع الطباقي لرواسب البرك الملحية.

يمكن من خلال دراسة التتابع الطباقي لرواسب البرك الملحية التعرف على تتابع طبقات البرك الملحية بمنطقة الدراسة، وطريقة ترسيبها وتحديد عمر كل طبقة

من الطبقات ونوعية الرواسب بها ومن دراسة التتابع الطباقي للقطاعات المختلفة يتضح ما يلي شكل(١٩):-

١-يتبين من فحص التتابع الطبافي لرواسب البرك الملحية تفاوت كل طبقة عن الأخرى ويشير ذلك إلى تباين كل دورة ترسيب عن الأخرى.

٢-تتميز القطاعات المختارة من البرك الملحية بمنطقة الدراسة بوجود طبقة ملحية على سطحها نتيجة لتراكم الأملاح بعد تبخر المياه.

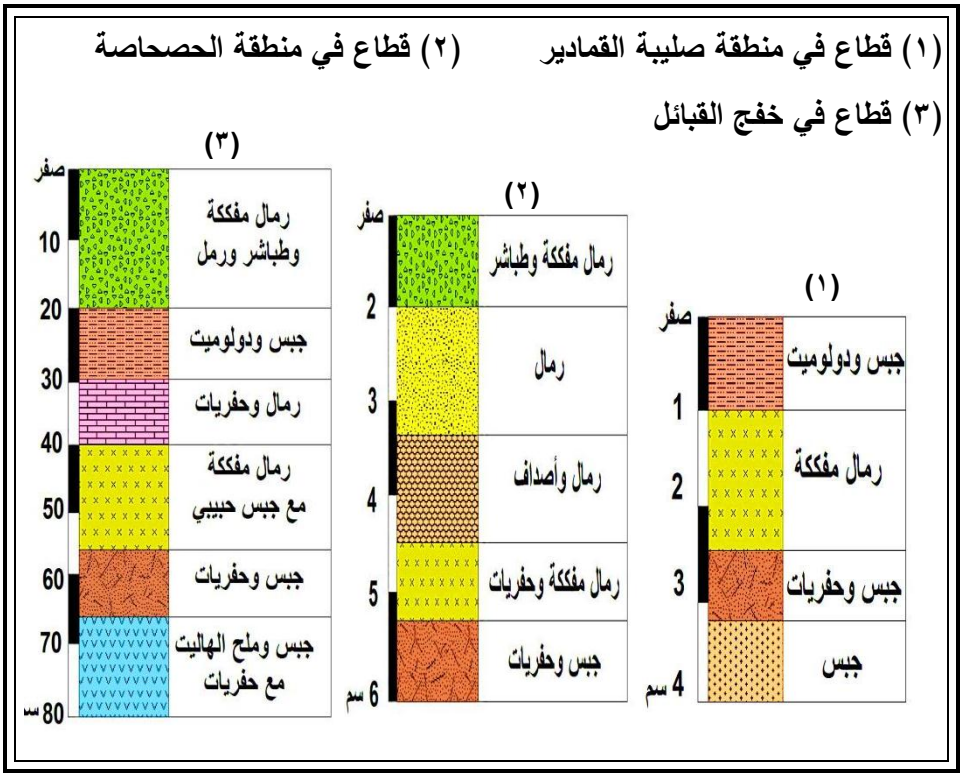
٣ تتكون معظم الطبقات الأخرى من خليط من الرمال المفككة والجبس والدولوميت والهاليت مع تواجد بعض الحفريات.

٤- من خلال تحليل القطاع (١) من البرك الملحية بمنطقة صليبة القمادير لوحظ أنه عبارة عن تتابع من الطبقات الطبقة السطحية تتكون من الجبس والدولوميت ويبلغ سمكها حوالي ١٠ سم، أماالطبقات الثلاث الأخرى فتتكون من رمال مفككة وجبس وحفريات ويبلغ سمكها حوالي ٣٠ سم.

٥- ومن تحليل القطاع (٢) من البرك الملحية بمنطقة الحصحاصة لوحظ أنه عبارة عن تتابع من الطبقات، الطبقة السطحية منه تتكون من رمال مفككة وطباشير ويبلغ سمكها حوالي ٢٠ سم، أماالطبقات الأربع الأخرى فتتكون من رمال مفككة وحفريات وأصداف وجبس وحفريات ويبلغ سمكها حوالي ٤٠ سم.

٦- ومن تحليل القطاع (٣) من البرك الملحية بمنطقة خفج القبائل لوحظ أنه عبارة عن تتابع من الطبقات الرأسية، الطبقة السطحية منه تتكون من رمال مفككة وطباشير ومارل ويبلغ سمكها ٢٠ سم، والطبقة الثانية تتكون من جبس ودولوميت ويبلغ سمكها ١٠ سم، والطبقة الثالثة تتكون من رمال مفككة

وجبس وحفريات ويبلغ سمكها حوالي ٤٠ سم، في حين تتكون الطبقات الأربع الأخرى تتكون من رمال مفككة وجبس حبيبي وملح الهاليت مع حفريات.



شكل (١٩) يوضح التتابع الطباقي لرواسب بعض البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

التحليل الكيميائي:

عند إجراء التحليل الكيميائي لعينات من البرك الملحية بمنطقة الدراسة والتي بلغ عددها أربع عينات، لوحظ أن هناك اختلاف في نسب الاملاح ما بين البرك الملحية المختلفة وذلك بسبب تباين الموقع، والتركيب الجيولوجي، وجيومورفولوجية وأصل البرك الملحية.

أن الاملاح الموجودة بالبرك والبحيرات الملحية بمنطقة الدراسة ناتجة عن إذابة الاملاح في الترب المجاورة والمياه الجوفية القريبة من السطح والتي تصعد

بواسطة الخاصة الشعرية والتي تتبخر تاركة الأملاح على السطح، فضلاً عن مياه الصرف الزراعي والتي تصرف إلى البرك الملحية خاصة بمنطقتي صليبة القمادير وخفج القبائل، وشمل التحليل الكيميائي كلاً من الاملاح الذائبة الكلية والكلوريدات والأس الهيدروجينيPH كما يتضح من الجدول(٥) والشكل (٢٠):-

-تراوحت نسبة كربونات الكالسيوم من الأملاح الذائبة من العينات ما بين ١٢.٦، ٢٨,٦ ملليمكافيء ويلاحظ زيادة نسبتها في البرك الملحية بمنطقتي صليبة القمادير وطرفا القبلية ويرجع ذلك إلى نسبتها الكبيرة في الرواسب المنقولة من المناطق الجبلية المجاورة نتيجة لتجوية الصخور المكونة من الحجر الكلسي ومن الصخور الغنية بكربونات الكالسيوم، كما أن قلة تساقط الأمطار بمنطقة الدراسة وتعاقب فترات الجفاف الشديد والمطر القليل أدى إلى ترسيب مكونات الكالسيوم على سطح الرواسب بالبرك الملحية.

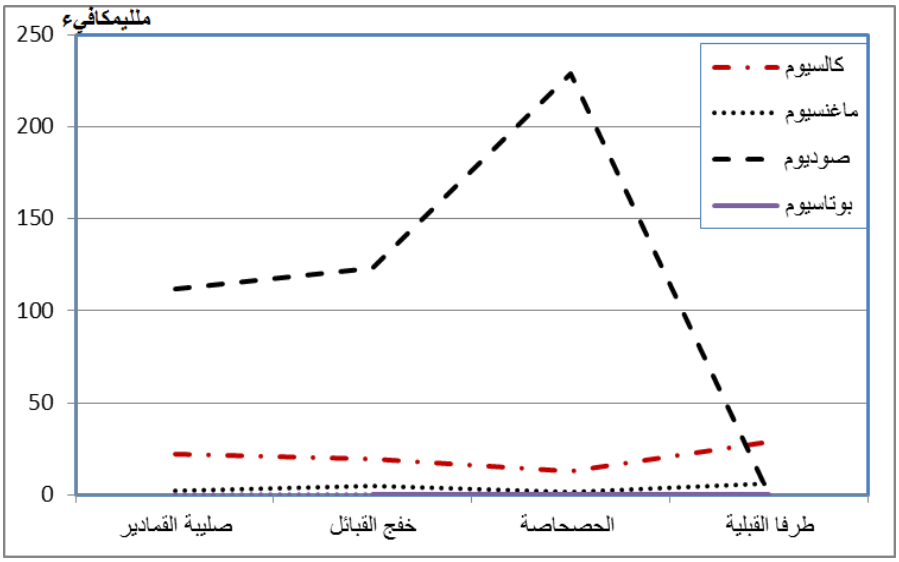
جدول(٥) التركيب الكيميائي لرواسب بعض البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

موقع العينات	الكاتيونات الذائبة(ملليمكافيء)				كلوريدات	قيمة ph	التوصيل الكهربائي
	كالسيوم	ماغنسيوم	صوديوم	بوتاسيوم			
صليبة القمادير	٢٢.٣	٢.٤٢	١١٢	٠,٢	٠.٠٥	٧,٥	٣٥
خفج القبائل	١٩.٤	٥.١١	١٢٣	٠,٧	٠.٠٩	٨,٢	٤٨
الحصحاصة	١٢.٦	١.٣٣	٧٧,٥	٠,٥	٠,٠١	٨.٤	٣١
طرفا القبلية	٢٨.٦	٦.١٢	٢٢٩	٠,٤	٠,٠٣	٦.٩	١١١
المتوسط	٢٠,٧	٣,٧٥	١٣٥,٤	٠,٤٥	٠.٠٥	٧.٨	٥٦,٣

المصدر: الدراسة الميدانية للباحثين والتحليل الكيميائي للعينات.

-سجلت عينة طرفا القبلية أعلى نسب في الأملاح الذائبة لعنصري الكالسيوم والصوديوم، بينما قلت هذه النسب في عنصري الماغنسيوم والبوتاسيوم.

– تراوحت نسبة الصوديوم من الأملاح الذائبة من العينات ما بين ٧٧,٥ ، ٢٢٩ ملليمكافيء وهي نسبة كبيرة يرجع يرجع زيادتها في عينات رواسب البرك الملحية بمنطقة الدراسة إلى زيادة نسبة الأملاح الذائبة



شكل(٢٠) كمية الكاتيونات الذائبة(ملليمكافيء) في بعض البرك بمنطقة الدراسة.

–تقل نسبة البوتاسيوم بعينات رواسب البرك الملحية بمنطقة الدراسة حيث تراوحت نسبته مابين ٠.٢ ، ٠,٧ ملليمكافيء، وتزداد نسبته في الرواسب السطحية عنها في الرواسب الأفقية من القطاع التي أخذت منه العينة ويعد هذا العنصر أحد العناصر القلوية التي تنقل إلى حوض ترسيب البرك الملحية على شكل أيونات ذائبة في الماء.

–من الصعب تمييز رواسب عينات البرك الملحية بمنطقة الدراسة من واقع نتائج التوصيل الكهربائي وذلك لأنها توضح نسبة الأملاح الموجودة في المحاليل فقط ولذلك يمكن القول أن نقاط الاختلاف بين البرك الملحية بمنطقة الدراسة أقل من نقاط التشابه بحيث يصعب في بعض الأحيان التمييز بينها.

-من خلال تطبيق تحليل قيمة PH على أربع عينات من رواسب البرك الملحية بمنطقة الدراسة أتضح أن رواسب منطقة الدراسة تتراوح في درجة حموضتها من حموضة خفيفة إلى قلوية معتدلة حيث تراوحت هذه القيم ما بين ٦,٩ ، ٨,٤.

-جاءت قيمة قيمة PH عالية(أعلى من ٧ في غالبيتها) وهذا دليل على سيادة الوسط القلوي برواسب البرك الملحية بمنطقة الدراسة،حيث بلغ متوسط قيمة PH ٧,٨ ، ولا توجد إلا عينة واحدة فقط حمضية خفيفة (موقع صليبة القمادير)، في حين العينات الثلاث الأخرى تتراوح درجة حموضتها ما بين قلوية خفيفة وقلوية معتدلة.

الأشكال المورفولوجية بالبرك الملحية(الخفوج).

من خلال الدراسة الميدانية المكثفة بمنطقة الدراسة لعدد من البرك الملحية(الخفوج) تبين وجود العديد من الأشكال المورفولوجية الدقيقة ذات الأبعاد المحدودة التي يصعب ملاحظتها من الصور الجوية أو المرئيات الفضائية مثل:المسطحات الملحية، والمضلعات الملحية، والتنهدات الملحية وفيما يلي دراسة جيومورفولوجية لكل منها:-

١-**المسطحات الملحية:** تتميز مناطق البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة بوجود قشرة ملحية تغطي سطحها وتمتد لمساحات كبيرة، وتظهر المسطحات الملحية بوضوح في المنطقة الثالثة وهي منطقة مجاورة لمنطقة الحصحاصة وهي منطقة خفج القبايل، وتتميز هذه المناطق التي توجد بها هذه الظاهرة بالمناخ الجاف بسبب ارتفاع درجة الحرارة وقلة سقوط الأمطار وزيادة معدلات

التبخر وارتفاع مستوى الماء الجوفي بالخاصة الشعرية الأمر الذي يؤدي إلى ترسيب طبقات رقيقة من البللورات الملحية كما يتضح من الصورة (١٣).

صورة(١٣) ظاهرة البلورات الملحية بمنطقة البحيرات الملحية بخفج القبائل.

٢-**المضلعات الملحية:** تتشكل هذه الظاهرة عند تساقط الأمطار والتي تعمل على مليء البرك الملحية بالمياه والتي توصلها لمرحلة التشبع، وعند ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف تحدث عملية التجفيف حيث تساعد درجة الحرارة على تبخر جزيئات الماء من التربة والتي تؤدي إلى تركيز الأملاح بفعل التبخر وارتفاع المياه الجوفية بفعل الخاصة الشعرية مما يؤدي إلى انكماشها وتقلصها وبالتالي يؤدي إلى تشقق سطح البرك والبحيرات الملحية على شكل مضلعات ملحية تفصل بينها شبكة من الشقوق تأخذ عدة أشكال هندسية تختلف من حيث الشكل والمساحة فتأخذ عدة أشكال فمنها الرباعي والخماسي والسداسي ومنها ما هو قليل المساحة ومنها كبير المساحة(السعدني، ٢٠٠٤، ص ٩٥).

وتختلف أبعاد المضلعات الملحية من بركة ملحية إلى أخرى داخل مناطق تواجدها والتي تم تحديدها سابقاً، وتختلف أيضاً في حوافها فهناك مضلعات ملحية تتميز بأن ارتفاع حوافها قصير والبعض الآخر طويل الشكل وملحوظ،

وقد لوحظ أن هذه المضلعات تختفي عندما تغمر المياه الجوفية سطح البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة أوعند تعرضها لأمطار غزيرة على هيئة سيول لأن المياه تملأ الشقوق بين هذه المضلعات وتنهار معظم الحواف.

أما عن نشأة وتطور المضلعات الملحية فتمر بعدة مراحل تبدأ بغمر المياه السطحية للبرك الملحية التي توجد بها هذه الظاهرة ثم يحدث تشريح في السطح وانكماشه وتكسير خلال فصل الصيف نتيجة لارتفاع درجة الحرارة والجفاف ومن ثم تتركز الأملاح على السطح عن طريق التبخر والخاصة الشعرية فيحدث توسع في بللورات الملح وتشكيل حوافها العليا.(Ashour, 2013, p.24).

وقد وجد أن التبخر وارتفاع المياه الباطنية(الأرضية) يؤدي إلى ترسيب الكالسيت أو الدولومايت على شكل عقد تسمى(Cornstones) أو على شكل قشرة سطحية تسمى(Calcretes) ، حيث أن قرب مستوى المياه الجوفية من السطح يؤدي إلى ترسيب المتبخرات التي تتخلل مسامها وفجواتها، وتظهر هذه الظاهرة بوضوح في المنطقة الثالثة منطقة (خفج القبائل) والتي تضم خفج عبد الله عقيلة وخفج الجرو وخفج الجازوي.

٣-التنهدات الملحية: ترتبط ظاهرة التنهدات الملحية بالجفاف والتي تظهر بعد انكشاف المياه عن البرك والبحيرات الملحية وتعرضها للاشعاع الشمسي المباشر في فصل الصيف (فصل الجفاف)، ممايؤدي إلى جفاف التربة وتبخر المياه تاركة بللورات الملح خلفها على سطح التربة والتي تتمدد بعد ذلك حيث تأخذ الشكل الحبيبي المتناثر كما يتضح من صورة (١٤).

وتوجد التنهدات الملحية بأحجام متباينة تتراوح ما بين التنهدات الملحية الصغيرة والمتوسطة والكبيرة وهي عبارة عن تقبب في سطح البرك الملحية شبه الجافة هوناتج عن تبلور الهاليت أسفل القشرة السطحية للرواسب بشكل عشوائي.

صورة (١٤) التنهدات الملحية ببركة(خفج) ابوعقيلة الملحية.

وتظهر هذه الظاهرة بوضوح في المنطقة الثانية منطقة الحصحاصة والتي توجد بها أربعة برك وبحيرات ملحية وهي (العكروت–أبوشبوة –عبد الله أبو الحلي –طريد والمنطقة الثالثة وهي منطقة مجاورة لمنطقة الحصحاصة وهي منطقة خفج عبد الله عقيلة وخفج الجرو والجازوي.

ومن خلال تحليل رواسب ظاهرة التنهدات الملحية في المناطق التي تظهر بها بمنطقة الدراسة أتضح أنها تحتوى على نسب كبيرة الكوارتز والجبس وهي رواسب مفككة وهشة خاصة بعد تعرضها للأشعاع الشمسي والذي يؤدي بدوره إلى تفككها إلى حبيبات مفتتة.

٤–القشور الملوحة: ظهور القشور الملوحة(ملوحة التربة) تحدث في منطقة الدراسة في المناطق ذات الطبوغرافية المنخفضة وقليلة الصرف الطبيعي وكذلك المناطق المتعرضة للنشع أوالتسييل (النزيز) Seepage Reflux من الأراضي

الزراعية المجاورة أو من مناطق السهل الفيضي المجاورة لمياه بحر يوسف ونهر النيل، وكذلك ارتفاع المياه بالخاصية الشعرية من المياه الجوفية إلى أعالي قطاع التربة كما أن بعض الأملاح ناتجة من تجوية المعادن في الصخور المكونة الأصلية.

٥-التربة الملحية: تنتشر حول البرك الملحية(الخفوج) وهي أراضي غير صالحة للزراعة بسبب ارتفاع نسبة الأملاح فيها، ومساحتها في زيادة مستمرة بسبب ارتفاع معدل التبخر الذي يؤثر بدوره على زيادة تركيز الأملاح والتي تنتشر بحالتهاالذائبة، وتعد بيئة غير صالحة لأي نشاط بيولوجي وتتكون هذه التربة ما بين النسيج الخشن الرملي والنسيج الناعم وتنتشر بشكل كبير في حول البرك الملحية في منطقة خفج القبائل ومنطقة الحصحاصة كما في صورة(١٥).

صورة(١٥) التربة الملحية حول البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة خفج القبائل.

الأشكال المورفولوجية المحيطة بالبرك والبحيرات الملحية:

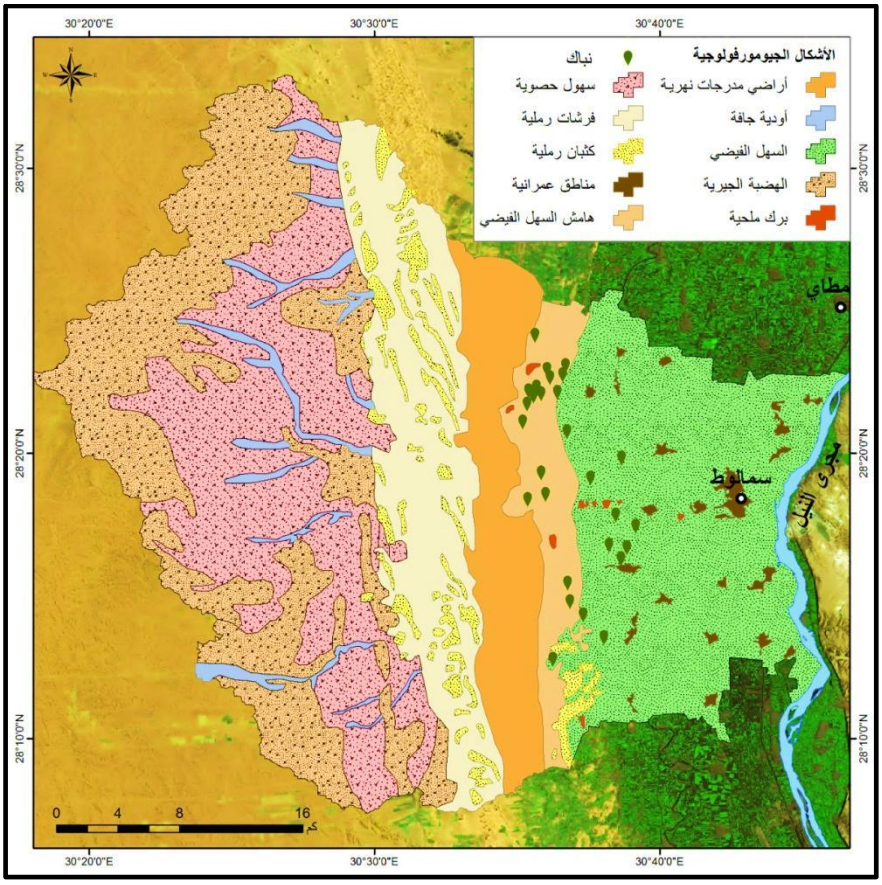
١-الأودية الجافة:تصب في منطقة الدراسة مجموعة من الأودية والتي تنحدر في معظمها من الغرب والجنوب الغربي إلى الشرق والشمال الشرقي بلغ عددها

عشرة أحواض صغيرة المساحة، يبلغ أكبرها مساحة حوالي ٢٦٢ كم٢ وأصغرها مساحة ٦,٨ كم٢، وهذه الأودية أقل بروزاً وانحداراً وأقل في عرض مجاريها، حيث تبدأ منابعها من الهضبة الجيرية الغربية في اتجاه السهل الفيضي لنهر النيل ناحية الشرق، وتختلف فيما بينها من حيث الخصائص المورفومترية والمورفولوجية بسبب التباين في الانحدار والخصائص الليثولوجية للصخور، ولكنها تتفق فيما بينها من حيث صفة جريانها، وتفيد دراسة أحواض التصريف في تحديد كمية الجريان السطحي عند حدوث السيول ودورها كمصدر للمياه وتغذية البرك الملحية بمنطقة الدراسة.

٢-**أراضي المدرجات النهرية:** عبارة عن بقايا سهول فيضية لنهر النيل نتجت عن تعميق مجراه وتظهر بشكل واضح شمال غرب بحر يوسف حيث تتلاحم مجموعة من المدرجات مع بعضها البعض وتحف بالسهل الفيضي،وتتكون رواسب أراضي المدرجات الحصى والرمل الخشن وبعض التكوينات الطينية وطفل الحجر الجيري، وتربة المدرجات صالحة للزراعة وعمليات التنمية الزراعية حيث يتوافر بها مصادر المياه الجوفية(مفتاح،٢٠١٩،ص٥٠).

٣- -**السهول الحصوية:**تظهر السهول الحصوية بشكل واضح إلى الغرب من منطقة الدراسة وتتكون من مفتتات إرسابية متباينة في الشكل والحجم والنوع تتألف معظمها من رواسب خشنة تسود فيها الجلاميد والحصى بالإضافة إلى الحصباء والرمال الخشنة ويلاحظ وجود الأسطح الملساء لهذه الرواسب مما يدل على تكوينها بفعل المياه الجارية ، ويأخذ معظمها الشكل المستدير أو القريب من الاستدارة مع وجود تداخلات لبعض الحبيبات الحادة الزوايا في هذه

الرواسب، كما يغطى أسطح هذه السهول مفتتات صغيرة الحجم مستديرة الشكل من الحصى والحصباء والرمال الخشنة.



المصدر :إعداد الباحثان باستخدام برنامج Arc Gis10.3 اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية والخرائط الهيدرولوجية والمرئيات الفضائية من landsat8

شكل (٢١) الأشكال المورفولوجية المحيطة بالبرك الملحية (الخفوج) بالمنطقة

٤ –الأشكال الرملية: تحيط بالبرك والبحيرات الملحية بمنطقة الدراسة أشكال هوائية تكونت بفعل الرياح منها الكثبان الرملية بأشكالها المختلفة والتموجات الرملية والنباك والتي تكونت في ظل ظروف بيئية متعددة توافرت جميعها في منطقة الدراسة، أهمها توافر مصادر الرمال المكونة للكثبان، والمناخ الجاف،

وتعدد نظم الرياح السائدة، وطبيعة التضاريس المحلية في المنطقة كما يتضح من شكل (٢٠) وفيما يلي دراسة لكل منها:-

أ-**الكثبان الرملية:**يوجد بمنطقة الدراسة نوعان رئيسيان من الكثبان الرملية وهي الكثبان الرملية الصاعدة وظلال الرمال(الكثبان الرملية الهابطة) ،وتشغل كل منها مساحات صغيرة بالمناطق المحيطة بالبرك والبحيرات الملحية ، وفيما يلي دراسة لكل منهما على حدة وذلك على النحو التالي:-

-**الكثبان الرملية الطولية:** وهي تلك الأشكال الرملية التي يزيد طولها عن عرضها بكثير، وهي ذات جانبي انحدار يلتقيان في قمة واحدة ، ويتسم بأن له جانبين ينحدران في اتجاهين متضادين ويلتقيان في قمة حادة، عادة ما تكون منبعجة بامتداد المحور الطولي للكثيب(إمبابي وآخرون، ١٩٨٣، ص٨٨). والكثبان الطولية ذات محاور تمتد بشكل طولي وموازي لاتجاه الرياح السائدة بمنطقة الدراسة متمثلة في التجمعات الرملية المكونة فوق أسطح الحافات المواجهة للرياح في الظهير الصحراوي الغربي وهي امتداد للتجمعات الرملية على سطح الهضبة والتي تقع إلى الشمال من منخفض الفيوم.

صورة (١٦) كثيب رملي طولي بالقرب من خفج الجازوي.

وتقع تلك الكثبان الرملية الطولية خلف نطاق النباك بشكل يتوافق مع الاتجاه العام للرياح، حيث أن الرياح الشمالية والشمالية الغربية هي السائدة بمنطقة الدراسة والتي كان لها أكبر الأثر في تكوين تلك الكثبان كما في صورة (١٦).

-**كثبان الخفوج:** يوجد هذا النوع من الكثبان الرملية بالقرب من السهل الفيضي وتظهر بوضوح في منطقة خفج عبد الله عقيلة وخفج الجرو والجازوي.

صورة (١٧) كثبان الخفوج بالقرب من منطقة خفج أبوعقيلة .

وكثبان الخفوج بمنطقة الدراسة مثبتة بفعل النبات ورطوبة السهل الفيضي كما يتضح من الصورة (١٧)، ومصدر رواسب هذه الكثبان مشترك بين التقاء رمال الكثبان الرملية الطولية النشطة القادمة من وادي الريان وتكوينات الزمن الرابع النيلية (مصطفى، ٢٠٠٢،ص ٢٧٦)

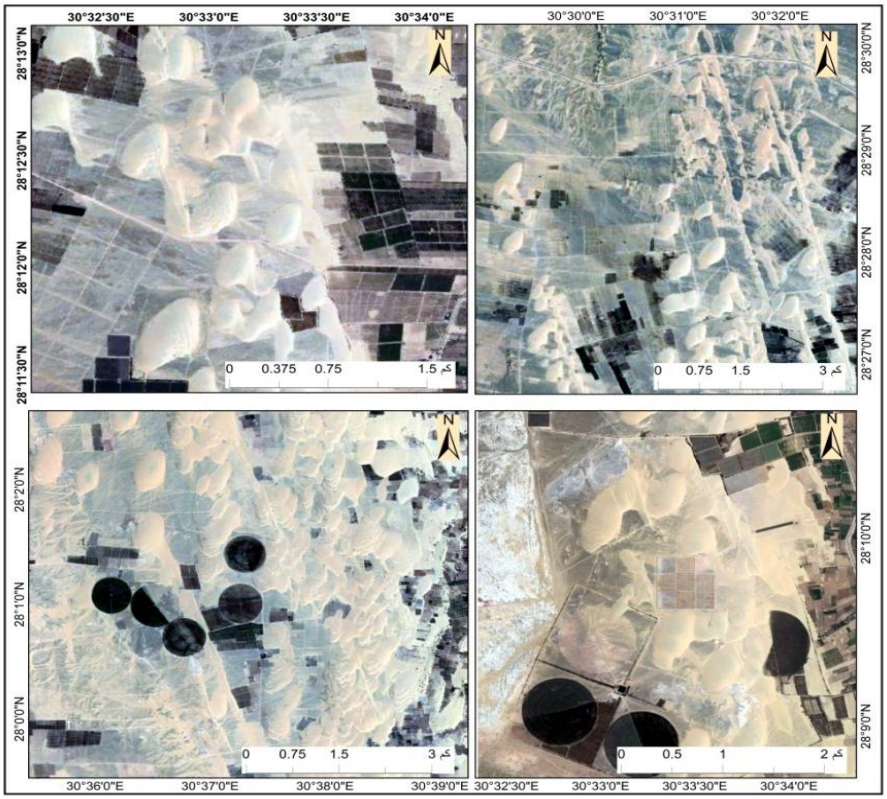
ب - التموجات الرملية:هي عبارة عن أسطح رملية متموجة تتميز بشذوات سطحية نتيجة عملية ترسيب سريعة فوق سطح مستوي نسبياً عن طرق الزحف والقفز، وتتكون من رمال مفككة متجانسة الحجم نسبياً تأخذ هيئة مموجة على أسطح الصحراء،وتأخذ اتجاهات متأثرة باتجاه الرياح حيث تزيد طول التموجات بزيادة سرعة الرياح (التركماني،٢٠٠٣،ص ٢٥٣)، ويتوقف طول الموجة على تغير قوة الرياح ،بينما يؤثر التغير في اتجاه وسرعة الرياح على انتظام أشكالها،

فمع التباين في سرعة الرياح وحجم الحبيبات الرملية نجد أن الحبيبات الأكبر حجماً تتراكم وتنتقل ببطأ شديد فتخلق حاجز يتصيد المواد الأقل حجماً ومع تزايد حجم الحبيبات يزداد معدل صيد الرمال الناعمة حتى تتكون التموجات الرملية وتأخذ شكلها المعروف على هيئة تموجات رملية متتالية في الصورة (١٨).

وبدراسة التموجات الرملية بمنطقة الدراسة أتضح أن متوسط طول موجاتها ٢٤.٣سم، وتعتمد النسبة بين الارتفاع وطول الموجة على عرض سطح التموج الذي تهب عليه الرياح المكونة له والذي يبلغ متوسطه ٦.٨ سم، ومن خلال قياساتها يلاحظ أنها تتفاوت في أطوال تموجاتها وهذا يرجع إلى إختلاف سرعات الرياح كما تعتمد النسبة بين الارتفاع وطول الموجة على عرض سطح التموج الذي تهب عليه الرياح المكونة لها، وتعبر هذه التموجات عن إتجاه الرياح السائدة التي تأخذ الإتجاه الشمالى والشمالى الشرقي بمنطقة الدراسة.

صورة (١٨)تموجات رملية بالقرب من البرك الملحية في منطقة خفج القبائل.

وبصفة عامة يمكن القول بإن صغر أطوال الموجات يدل على ضعف سرعة الرياح بمنطقة الدراسة نظراً لأن أطوال الموجات تزداد بزيادة سرعة الرياح وزيادة أحجام الرواسب (Cooke,&Warren,1973,p.268).



المصدر:- المرئيات الفضائية بالاعتماد على مرئيات – 1-Imagery Online In ArcGis
2-Images for GeoEye1 satellite-SAS Planet and Terra Incognita Programe

صورة(١٩)الأشكال الرملية حول البرك الملحية(الخفوج) بمنطقة الدراسة.

جـ: الفرشات الرملية: تعد الفرشات الرملية من الأشكال الارسابية الهوائية التي تتميز باستوائها إلى حد كبير مع تواجد العديد من أنماط التموجات الرملية فوق أسطحها، إذ يتراوح انحدارها ما بين صفر– ثلاث درجات، بينما يتموج بعضها فيتراوح انحدار سطحها بين ٣ْ–١ْ٠ درجات**(Zheng,X, 2009,p.311)** وتتكون الفرشات الرملية بمنطقة الدراسة إذا ما توافرت كمية كبيرة من الرمال، ورياح متوسطة إلى عالية السرعة، وسطح مستو أو مموج تموجاً لطيفاً، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Bagnold1941 من أن الفرشات الرملية أحد

الأشكال المتراكمة المرتبطة برياح عالية السرعة ومصدر وفير من الرمال، ورمال متجانسة الأحجام إلى حد كبير (Bagnold, 1941, P.34).

وتتوزع الفرشات الرملية بمنطقة الدراسة حول البرك الملحية (الخفوج) بمنطقة الحصاحصة، كما تتوزع حول البرك الملحية بمنطقة طرفا القبلية علي هيئة بقع متناثرة ، وهذه الفرشات الرملية ليست عديمة الملامح تماماً بل نجد في كثير من الأحيان أن سطحها يتغطى بعلامات النيم المختلفة الأشكال والأبعاد.

د.–النباك: هي رواسب أو أكوام رملية تراكمت حول الحواجز والعوائق الثابتة (النبات) في مسار الرياح المحملة بالرمال، وعادة لا يزيد ارتفاعها عن المترين، أما طولها فيزيد عن عدة أمتار **(Johnson &Miyanishi.,2007,p.239)**،

وتتوزع النباك بصفة رئيسية بالمنطقة الخامسة على شكل مصفوفة تلال صغيرة تتجمع حول الشجيرات والنباتات القصيرة كحواجز طبيعية وتترسب مع اتجاه الرياح حيث توجد النباك متباعدة عن بعضها البعض بمسافات تتراوح مابين ١٠–٨٠ متراً وتتخذ النباك أشكالاً ذيلية بحيث يمتد ذيلها بانحدار خفيف خلف العائق في اتجاه منصرف الرياح وقد يختفي الذيل فتتخذ النباك أشكالاً قبابية كما يتضح من الصورتين (٢٠)،(٢١).

وتتراوحت أطوال النباك بمنطقة الدراسة ما بين ١,١م ، ٣,٤م وبمتوسط ١,٨م، حيث تزيد الأطوال في حقل منطقة أبوعقيلة والمنطقة االخامسة عن غيرها في المناطق الأخرى بسبب وفرة مصادر الرمال والنبات الطبيعي، في حين تراوحت عروض النباك ما بين ٠,٥م ، ٢,٢م بمتوسط ١.٣ م، كما تراوح ارتفاعها ما بين ٠.٣ م، ١.٦م، ومعظم النباك في منطقة الدراسة تقل عن المتر الواحد في الإرتفاع .

صورة(٢٠)أشكال النباك حول البرك الملحية بمنطقة طرفا القبلية، صورة(٢١)أشكال النباك حول البرك الملحية بمنطقة الحصحاصة.

وهناك عدة عوامل جغرافية ساعدت على نمو وتشكيل النباك بمنطقة الدراسة منها، الرياح الموحدة الاتجاه والتي لها القدرة على حمل ونقل كميات كبيرة من الرمال وتجميعها حول البرك الملحية ، والمناخ الجاف طول العام، ووجود غطاء نباتي حيث تتراكم الرمال فوق النبات الذي يمثل مصيدة لها والسطح المستوي قليل التضرس.

سابعاً:-الأهمية التطبيقية للبرك الملحية بمنطقة الدراسة.

تتمثل الأهمية التطبيقية للبرك الملحية بمنطقة الدراسة في دراسة الأخطار الطبيعية المرتبطة بها كأخطار التجوية الملحية وأخطارتدهور وتملح التربة، والتي تؤثر على الاستخدامات الحالية المحدودة لها، مع وضع ضوابط وطرق لمواجهة تلك الأخطار لتحقيق استخدام أمثل لأراضي البرك الملحية بالمنطقة، بالاضافة إلى دراسة إمكانات سبل التنمية المختلفة لها والمتمثلة في التنمية الزراعية، والرعي، والتوسع العمراني؛ وفيما يلي دراسة تفصيلية لكل منهما:

١ – الأخطار الطبيعية المرتبطة بنظم البرك الملحية.

أ- **أخطار التجوية الملحية:** تمثل البرك الملحية (الخفوج) أحد المصادر الأساسية لنشاط عمليات التجوية الملحية، والتي تعد أحد الأخطار الجيومورفولوجية التي تهدد كلا من البيئة الطبيعية والأنشطة الأقتصادية من خلال الأملاح التي تغطي سطحها وتساعد على نشاط عمليات التجوية الملحية.

وتتوقف درجة تأثر البيئة الطبيعية أوالأنشطة البشرية بفعل عملية التجوية الملحية على نوع الرواسب الكيميائية والمعدنية المكونة لتربة البرك الملحية، ومنسوب المياه الجوفية بمنطقة الدراسة، فالأملاح المتراكمة على أسطح البرك الملحية هي أولى مراحل دورة التملح حيث تقوم الرياح بتذرية الأملاح خاصة أملاح كبريتات الصوديوم والماغنسيوم وكربونات ونترات الصوديوم في صورة أتربة وغبار ملحي تمليء بها الشقوق والفواصل وترسبها على أسطح ووجهات المباني والمنشأت المختلفة مما ينتج عنه نشاطاً لعملية التجوية الملحية على نطاق واسع ويمتد تأثيرها في ظهور البقع الملحية والقشور الرمادية السوداء وكذلك على مواد البناء وطلاء المنازل.

ب- **أخطار التربة:** تتمثل الأخطار المتعلقة بالبرك الملحية في تربتها ذات الصفات المتباينة من حيث خواصها، إذ تتكون من طبقات متماسكة وأخرى غير متماسكة متبادلة مع بعضها البعض، فالطبقة السطحية منها خادعة تشكل المواد اللاحمة لحبيباتها قشرة ملحية صلبة إلى حد ما، وعادة ما تتكون المواد اللاحمة من أحد الأملاح التي تحتويها، واختلاف المواد المكونة للتربة يؤدي إلى اختلاف كل الخواص الطبيعية والميكانيكية للتربة، مما ينتج عنه صعوبات جمة وخصوصاً للمشروعات التنموية المقترح إنشاؤها(اسماعيل،٢٠٠٧، ص٢٧٨)

حيث أن هناك أخطار تتعلق بتغير المحتوى المعدني والمحتوى الملحي ، وعمليات الهبوط المتباينة لأجزاء من تربة البرك الملحية ،كذلك اقتراب مستوى الماء تحت السطحي(Al-Amoudi, 2002,p.418) مما يعمل على إحاطة أساسات و قواعد المباني والمنشات بالمياه والمحاليل الملحية والتي تؤثر بدورها عليها ، ويمكن التغلب على ذلك بإزالة الطبقة العليا من تربة البرك الملحية الرطبة والمحتوية على أملاح الكلوريد الصوديوم والبوتاسيوم وتجريفها وإحلال تربة منقولة محلها أصلها الحجر الجيري، وذلك بهدف ردم الطبقة المجرفة ثم رفع منسوب البرك الملحية المراد البناء عليها للابتعاد عن مجال تأثير المياه تحت السطحية الصاعدة بالخاصة الشعرية.

٢ – التنمية الإقتصادية للبرك الملحية.

التنمية الزراعية: يتميز سطح منطقة الدراسة بشبه الاستواء وقلة الارتفاع بصفة عامة، ويرجع قلة ارتفاع السطح وقلة انحداره إلى أن المنطقة تمثل جزءاً من السهل الفيضي حتى حدود الهضبة الغربية، وتشغل البرك الملحية الاجزاء الاقل انخفاضاً منها، وتتكون من تربة يُغلف سطحها بطبقة ملحية متفاوتة السمك، ترتكز على تتابعات رملية وصلصال وبقايا مادة عضوية، يمكن استغلالها من خلال التخلص من النباتات الملحية غير الاقتصادية التي تعوق تربة البرك الملحية واستزراع نباتات رعوية تستغل كغذاء لها القدرة على تحمل أقصى ظروف ممكنة من الجفاف وارتفاع الملوحة مثل اللوسينيا والأكاسيا(نورالدين،٢٠١٩،ص ٧٠)، كما يمكن زراعة نباتات غذائية ذات عائد

اقتصادي تستطيع تحمل كميات الملوحة وكذلك درجات درجات الحرارة المرتفعة مثل التين والزيتون وأشجار الفواكه.

أ- **التوسع العمراني:** البرك الملحية في منطقة الحصحاصة ومنطقة خفج القبائل يمكن استغلالها في عملية التوسع العمراني وبناء قرى للخريجين لاستصلاح الاراضي الصحراوية المجاورة، حيث بدأت البرك الملحية تقل مساحتها فعلياً شيئا فشيئاً في منطقة خفج القبائل بعد أن امتدت إليها عمليات التنمية العمرانية، أما في مناطق طرفا القبلية وصليبة القمادير وغرب الطريق الصحراوي هناك مساحات شاسعة بالقرب من البرك الملحية يطلق عليها جيومورفولوجياً سطوح التسوية تتمثل في مسطحات الصخور الجيرية التي نحتت وخفضت إلى مستوى لايزيد على ٣٠م عن الأجزاء المحيطة بها، وتتميز هذه النطاقات بأنها ذات سطح مستوي ويمكن استغلالها في الامتداد العمراني غرب سمالوط، كما يمكن القول أن مناطق انتشار البرك الملحية النشطة والمغطاة بالرواسب الهوائية والفيضية يمكن تنميتها بالتوسع عمرانياً في المستقبل القريب، لتوافر مواد البناء اللازمة بالقرب من مناطق انتشار البرك الملحية، مثل محاجر منطقة صليبة القمادير، حيث تنخفض تكلفة نقل مواد البناء ومنها الرمل والزلط من المحاجر إلى مناطق البرك الملحية.

وقد ساعد اقتراب البرك الملحية من مركز سمالوط على إمكانية حصولها على أغلب الخدمات بمنطقة الدراسة، كما ساعد اقتراب مناطق انتشار البرك الملحية من الطريق الرئيسي (الطريق الصحراوي الغربي)، وكثير من الطرق الفرعية المعبدة أساساً لتنمية عمرانية لهذه المناطق بعد معالجتها إذا دعت الحاجة لذلك.

ب- **الرعي:** يعد الرعي وتربية الماشية من أبرز الأنشطة الأقتصادية في منطقة الدراسة وذلك لنمو النباتات بالبرك الملحية في منطقتي الحصحاصة وخفج القبائل كما يتضح من صورة (٢٢) خاصة في فصل الشتاء عقب سقوط الأمطار، ويمكن الإستفادة من نباتات البرك الملحية (الخفوج) كأعلاف للحيونات والماشية لإحتواءها على نسب عالية من المركبات المعدنية وأحتواء هذه النباتات على نسبة عالية من الماء تصل إلى نسبة ٨٠% من الأوراق والذي يعتبر من المصادر المائية للحيونات والماشية(محمد،٢٠٢١،ص ٢٣٢).

صورة(٢٢) مناطق الرعي بالبرك الملحية بمنطقة الحصحاصة

ثامناً:النتائج والتوصيات:-

- **النتائج:**

١- تعتبر البرك الملحية من أبرز الأشكال الجيومورفولوجية التي تميز منطقة الدراسة، والتي تتسم بانخفاض سطحها واستوائه ونعومة رواسبها .

٢- يوجد بمنطقة الدراسة العديد من البرك الملحية(الخفوج) والتي تتركز بشكل رئيسي في خمسة مناطق وهي صليبة القمادير، والحصحاصة وخفج القبايل، و طرفا القبلية، وغرب الطريق الصحراوي .

٣- بلغت مساحة البرك الملحية (الخفوج) حوالي ١٨,٥٣ كم٢، وهي تمثل ٢,٣% من إجمالي منطقة الدراسة.

٤- وجد أن هناك العديد من العوامل التي أثرت في نشأة البرك الملحية وتطورها أهمها العامل الجيولوجي والعامل المناخي والعامل الطبوغرافي والعامل الهيدرولوجي وعامل التربة وأخيراً العامل البشري المتمثل في أستخدام المياه الجوفية والاستخدام الزراعي وعمليات التحجير

٥- من خلال تحليل الصور الجوية والمرئيات الفضائية والدراسة الميدانية أمكن التعرف على الخصائص المورفومترية للبرك الملحية من حيث مساحتها وأبعادها المختلفة وخصائصها الشكلية والخصائص الهيدرولوجية والنباتية .

٦- تتميز منطقة الدراسة بالعديد من الأشكال الجيومورفولوجية التي ارتبطت بالبرك الملحية والتي ساهمت بشكل مباشر وغير مباشر في نشأتها وتطورها أهمها الأودية الجافة والأشكال الهوائية المختلفة.

٧- تتكون البرك الملحية من رواسب ناعمة يغطى سطحها في الغالب رواسب حديثة تتكون في معظمها من رواسب رملية.

٨- يتنوع النبات الطبيعي بمنطقة الدراسة، وتنتشر في العديد من البرك الملحية ، وتتباين في نموها في مناطق البرك الملحية التملح المختلفة حسب حالة التملح ووجود الرطوبة فهناك نمو جزئي لها في بعض البرك، وهناك برك ملحية مغطاة تماما بالنبات الطبيعي.

٩- -أوضحت الدراسة الحالية الكثير من الجوانب التطبيقية لنظم البرك الملحية بمنطقة الدراسة أهمها وجود الأخطار الطبيعية المتمثلة في أخطار التجوية الملحية الناتجة عن أملاح القشرة السطحية بها، كذلك الأخطار التي تتعلق باستخدام رواسب البرك الملحية كتربة للبناء وأساس للمنشآت .

١٠--أظهرت الدراسة الحالية الكثير من الإمكانات التنموية المهمة مثل التنمية الزراعية والرعي والتوسع العمراني كجوانب نفعية.

- **التوصيات:**

١- ضرورة دراسة الأخطار الطبيعية لمناطق انتشار البرك الملحية مثل أخطار التجوية الملحية وأخطار تربة البرك الملحية، وسبل مواجهة الأخطار جميعا، والطرق المتبعة عند إعداد تربة البرك الملحية للاستخدام .

٢- الاستفادة من أنواع كثيرة من هذه النباتات باعتبارها أعلافاً للحيوانات ؛ لاحتوائها على كثير من المركبات المعدنية اللازمة لنمو حيوانات المرعى مثل عناصر الزنك والمنجنيز والكوبلت.

٣- ضرورة الاستفادة من مناطق انتشار البرك الملحية ، إذ تحتوي على الكثير من المقومات الزراعية والنشاط الرعوي والتنمية العمرانية .كما أتضح احتياج كثير من أوجه الجوانب التطبيقية للبرك الملحية إلى كثير من الدراسات ؛ نظرا لما تملكه تلك المناطق من مقومات تنموية مهمة .

المراجـــع

- **المراجع العربية:**

١. **البستاني، بطرس (١٩٨٧)**:محيط المحيط، قاموس مطول اللغة العربية ، مكتبة لبنان ،بيروت

٢. **الألوسي، ضياء صائب،عبدالأمير،إحسان (٢٠١٦)**:جومورفولوجية ممالح العراق وأثر المناخ فيها :دراسة مقارنة بين مملحة سنيسلة والسابس،الجمعية العراقية للعلوم التربوية والنفسية، مجلة العلوم التربوية والنفسية ،العدد ١٢٣، العراق.

٣. **التركماني ،جـودة فتحي (١٩٩٤)** : جيومورفولوجية مملحة القصب بالمملكة العربية السعودية ،الجمعية الجغرافية السعودية ، بحوث جغرافية. العدد ١٩.

٤. ---------- **(٢٠٠٣)** : أشكال السطح- دراسة في أصول الجيومورفولوجيا، دار الثقافة العربية ،القاهرة.

٥. **السعدني، عادل عبد المنعم(٢٠٠٤)**: سبخات السهل الساحلي في منطقة بحيرة البردويل سيناء – مصر، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية ، كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد ٦.

٦. **اسماعيل،حسام محمد(٢٠٠٧)**: السبخات في السهل الساحلي الشمالي الغربي لمصر" دراسة في الجغرافيا الطبيعية" رسالةماجستيرغير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان.

٧. **إمبابي، نبيل سيد ،وعاشور، محمود محمد(١٩٨٣)**:الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر، الجزء الأول، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، جامعة قطر.

٨. **عبد الله،عزة أحمد ، عبدالحميد ، ايمان(٢٠١٢)**: الأخطار الجيومورفولوجية للسبخات وأثرها على الأنسان وأنشطته الأقتصادية،مؤتمر المشكلات البيئية :تداعيات وحلول ،كلية الآداب ، جامعة بنها.

٩. **كليو ،عبدالحميد،أحمد(٢٠٠٦)**: سبخات الساحل الشمالي في دولة الكويت : توزيعها ،نشأتها ، خصائصها، جامعة الكويت - كلية العلوم الاجتماعية - قسم الجغرافيا، رسائل جغرافية،عدد ٣١٨.

١٠. **محمد، أماني حسين (٢٠٢١)** : تغيرات الغطاء النباتي في بيئة السبخات الرئيسية في المنطقة الشرقية السعودية باستخدام تقنيات الأستشعار عن بعد : دراسة في الجغرافية البيئية، مجلة كلية الآداب ، جامعة الفيوم، ع٢ ، مجلد ١٣.

١١. **مفتاح،هبة أبوبكر(٢٠١٩)**:المياه الجوفية في مركز سمالوط دراسة في الجغرافية الطبيعية التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية،رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات الانسانية، جامعة الأزهر

١٢. **مصطفى، أشرف أبو الفتوح (٢٠٠٢)**: الكثبان الرملية المتاخمة للسهل الفيضي فيما بين جنوب وادي الريان وديروط الصحراء الغربية–مصر، رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية الآداب ،جامعة عين شمس.

١٣. **نور الدين، محمد عبدالحليم(٢٠١٩)**: التغيرات الجيومورفولوجية لسبخة الأصفر بالأحساء شرق المملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية،سلسلة بحوث جغرافية ،العدد ١٢٣

- **المراجع الاجنبية:**

1. **Abdelshafy,H& Kamel,A.,((2016):**Groundwater in Egypt issue: Resources, location, amount, contamination, protection, renewal, future overview See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www. researchgate. net/publication/316557606
2. **Abou Heleika M, Niesner ,E., (2008) :**Configuration of the limestoneaquifers in the central part of Egypt using electrical measurements.Hydrogeol J. doi:10.1007/s10040-008-0360-8
3. **Al-Amoudi,O.,(2002):** Characterization and Chemical Stabilization of Al-Qurayyah Sabkha Soil, Journal of Materials in Civil Engineering,Volume 14 Issue 6.
4. **Al-Fredan,M, A.,(2008):** Sand dune and sabkha vegetations of Eastern Saudi Arabia, International Journal of BotanyOpen AccessVolume 4, Issue 2, Pages 196 – 204
5. **Al-Harbi ,O.,et.al.,(2010)**:Hydrogeochemical processes and isotopic characteristics of inland sabkha, Saudi Arabia, Asian Journal of Earth SciencesOpen AccessVolume 3, Issue 1.
6. **Ammad R.&Abuelgasim A.,(2016):**Comparative analysis of salinity indices for mapping sabkha surfaces in the United Arab Emirates (UAE) ,37th Asian Conference on Remote Sensing, ACRS 2016Volume 1, Pages 17 – 25.

7. **Ashour,M.,M.,(2013**): Sabkhas in Qatar Peninsula, Landscape and Geodiversity, Issue 1, p.10-35, Iccs, Spiru Hart University.
8. **Bagnold, R.A.,(1941):** The Physics of Blown Sand and Desert Dunes, Methuen and Co., Ltd., London.
9. **Basyoni,H ,M & Aref,A,M.,(2016)** : Composition and origin of the sabkha brines, and their environmental impact on infrastructure in Jizan area, Red Sea Coast, Saudi Arabia, Environ Earth Sci , Springer-Verlag Berlin, PP. 75:105
10. **Briere,R, (2000**):playa , playa lake ,Sabkha :Proposed definitions for old terms,journal of arid Environment.45,pp.1-7
11. **Chouaria,W, (2012):** A methodological approach for mapping Tunisia's lower coast's risk of submersion: The case of the coastal sabkhas of Sidi Khlifa and Halq El Minjel (Central-East Tunisia) ,Journal of African Earth Sciences 162
12. **ElKashouty,M,(2013):** Modeling of limestone aquifer in the western partof the River Nile between Beni Suef and El Minia, Arab J Geosci v 6,pp.55–76.
13. **Embabi,N,S.,(1971**): Structure of barchan dunes at Kharga Oasis depression The western desert , Egypt , Bull ., Soc., Geo., d'egypt ,Tome 34,PP.53-71
14. **Gelybó,G,et.al.,(2022):**Effect of tillage and crop type on soil respiration in a long-term field experiment on chernozem soil under temperate climate, Soil and Tillage Research,Open Access,V. 216.
15. **Guimar˜aes,C,et.al.,(20121):** Soil weathering behavior assessed by combined spectral ranges: Insights into aggregate analysis, Geoderma 402 (2021) 115154. journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma.
16. **Gunatilaka,A.&Mwango,S., (1987):**Continental sabkha pans and associated nebkhas in southern Kuwait , Arabian,Geologiacal society ,London,special publication ,35,187-203.

17. **John,J.,et.al.,(2021):** Mapping of Soil Moisture Index Using Optical and Thermal Remote Sensing, International Conference on Structural Engineering and Construction Management,SECON,2021: Proceedings of SECON'21.
18. **Johnson,A.&Miyanishi.,(2007):** Plant Distrurbance Ecology ; the prosess and the response.Elseiver publishing,Newyork.
19. **Mokhtar, M.E, et.al., (2012:** Groundwater salinization around the sabkhas of Sad Al Majnoon and Zima (Bahira plain, Morocco), Science et Changements Planetaires - echeresseVolume 23,Issue1.
20. **Nasr ,A.M.,(2015):**Geotechnical Characteristics of Stabilized Sabkha Soils from the Egyptian–Libyan Coast, Geotechnical and Geological EngineeringVolume 33, Issue 4.
21. **Saeed,W,et.al.,(2020):**Groundwater and Solute Budget (Acase study from Sabkha Matti ,Saudi Arabia ,Hydrology 7.
22. **Said, R., (1962)**: The Geology of Egypt, Elsevier, Pub.Com, Amsterdam.
23. **Said,R.,(1981):**The Geological Evolution of the River Nile ,Springer .Verlag , New York.
24. **Sandford,K,S.,(1934):**Paliolithic Man and the Nile Valley in Upper Egypt,Univ of Chicago Press,Illinois.
25. **Wang,Z.,et.al.,(2014):** The development mechanism of gravel bars in rivers, Quaternary International, 336.
26. **Yao,et.al.,(2021):**Soil salinization monitoring in the Werigan-Kuqa Oasis, China, based on a Three-Dimensional Feature Space Model with Machine Learning Algorithm. (2021) Remote Sensing Letters, 12 (3), pp. 269-277.
27. **Yechieli, Y,&Wood ,W.,(2000) : Hydrogeologic processes in saline** systems: Playas, sabkhas, and saline lakes, Earth-Science ReviewsVolume 58, Issue 3-4, Pages 343 – 36.
28. **Zheng,X,(2009):**Mechanics of Wind-blown Sand Movements, Springer Science &Business Media, Environmental Science and Engineering Subseries: Environmental Science.

Geomorphology of Salt ponds (Al-Khufuj) In West Samalout and its application importance Using Geographic Information Systems and Remote Sensing.

Abstract

The importance of The research is to identify the spatial and morphological characteristics of the feature of salt ponds that appears in unexpected circumstances and identifying their classification and patterns, how they originated and the factors of formation.

The research aimed to identify the factors and processes that contributed to the emergence and formation of salt ponds (Al-Khufuj), and to identify their general characteristics and factors affecting their hazard and development, as well as to identify the surrounding geomorphological feature with determining their locations and making a map of The geomorphological forms associated with them, which contributed directly and indirectly Direct in its origin and the evolution, the most important of which are basins, lands of river terraces, gravel plains and various sandy forms .

The research has reached a set of results. Primary among these is that many applied aspects of the salt pond systems in the region, the most important of which is the study of the natural hazards represented by the dangers of saline weathering resulting from the salts of the surface crust in them, as well as the dangers related to the use of salt ponds sediments as soil for construction and the foundation of facilities.

The research showed a lot of important development potentials. Salt ponds (Al-Khufuj), the most important of which are agricultural development, grazing and urban expansion.

Keywords: Geomorphology of Al-Khufuj salt ponds - Al-Khufuj dunes.